

Ricardo Jorge Moreira Dias

2º Ciclo de Estudos em História da Arte Portuguesa

Reconstituição Digital em Património

Os castelos de Vimioso e Monforte de Rio Livre

2014

Orientador: Professora Doutora Maria Leonor Botelho

Classificação: Ciclo de estudos:

Dissertação/relatório/Projeto/IPP:

Resumo

Presentes desde a fundação de Portugal, os castelos contam a história que marcou uma nação. Os vestígios ainda existentes demonstram apenas uma pequena visão do seu passado, levantando assim a questão de como terão sido no século XVI, segundo a descrição deixada por Duarte de Armas. Mas será possível reconstituir estes castelos segundo o seu perfil no século XVI através do Livro das Fortalezas? Porque é que em Portugal ainda é muito pouco comum o uso das novas tecnologias para atender a este tipo de questões?

O nosso trabalho teve como objetivo responder a todas estas questões, recorrendo à utilização de ferramentas tecnológicas e digitais, por forma a implementar um estudo multidisciplinar centrado na elaboração de propostas de reconstituição, tendo como base o Livro das Fortalezas. Os casos de estudo do castelo de Vimioso (Vimioso) e Monforte de Rio Livre (Chaves) serviram para questionar os métodos implementados e o seu rigor científico.

Porém, antes de atentarmos a tais processos tivemos a necessidade de elaborar um estudo prévio sobre a origem das técnicas de reconstituição digital, respondendo assim a uma das perguntas principais quando se aborda tal tema. A utilização e implementação da Carta de Londres (2009), que aqui traduzimos para português, permitiu-nos demonstrar o rigor científico que tem vindo a ser alcançado ao longo dos anos.

Queremos que este trabalho abra novos caminhos no campo da investigação patrimonial, aproximando assim os trabalhos realizados ao nível da reconstituição no contexto português para um panorama global. No campo da História da Arte poderemos, agora, interagir ainda mais com os objetos, aumentando os métodos de análise e inventariação, e ao mesmo tempo contribuir para a sua salvaguarda.

Palavras-chaves: Reconstituição Digital; Arquitetura Militar; História da Arte; Carta de Londres, Duarte de Armas.

Abstract

Present since the Foundation of Portugal, castles tell the story that marked a nation. What rests today of these landmarks only reveal a glimpse of their past, making us questioning how was their appearance in the XVI century, according to the iconographic descriptions left by Duarte de Armas. Is it possible to digital reconstruct according to their sixteenth century profile based on the Livro das Fortalezas? Why has it that in Portugal has never been a use of the new digital Heritage technologies to attend this type of questions?

Our work aimed to answer all of these previous questions, appealing to the use of digital tools and therefore implementing a multidisciplinary study focused on the development of digital Heritage proposals having as its basis the Livro das Fortalezas. The study cases of castelo de Vimioso (Vimioso) and castelo de Monforte de Rio Livre (Chaves) served as a mean to question the methods used and its scientific rigour.

However, before we attempt to such processes we had the necessity to devise a previous study about the origins and techniques of digital reconstruction, answering one of the major questions when approaching such subject. The use and implementation of the London Charter (2009), that we translate to portuguese, allowed us to demonstrate the scientific rigour that has been achieved over the years.

We want this work to open new paths in the field of Heritage, closing the gap between the projects developed word wide and in Portugal. In the field of History of Art we can now interact in new ways with the objects, increasing the efficiency of the Methods of analysis and cataloguing and, at the same time, contribute to its safeguard.

Key-words: Digital Heritage; Military Architecture; History of Art; London Charter; Duarte de Armas.

Agradecimentos

Ao longo da realização desta dissertação de mestrado tive a oportunidade de conhecer pessoas excecionais que de forma direta ou indireta me ajudaram a construir e finalizar este sonho.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Professora Doutora Leonor Botelho que desde o início demonstrou um grande interesse neste projeto e me encaminhou em todos os momentos até à meta final. Com os seus conhecimentos fui capaz de evoluir como investigador e ultrapassar inúmeros obstáculos, os quais sozinho jamais conseguiria. Pelos dias e horas que deu a este projeto, pelo interesse, pela forma como me obrigou a dar cada vez mais ao campo da história da arte em Portugal e pelos conhecimentos e confiança que me foi conferindo ao longo deste último ano, os meus sinceros agradecimentos. Gostaria de agradecer também em particular à Professora Doutora Lúcia Rosas que me acompanhou desde 2008, ano em que entrei na licenciatura de História de Arte e que desde cedo me apoiou neste meu interesse, tanto na área do património como na vertente digital.

A lista é longa e por mais que tente não há palavras para descrever a simpatia e atenção que fui recebendo ao longo deste ano. Um especial agradecimento à Câmara Municipal de Vimioso pela ajuda que me deram e pelo envio dos documentos que necessitava para o estudo do castelo de Vimioso.

À Tuna de Letras do Porto, pelo apoio constante, pelo que aprendi convosco e pelo tempo que tiveram de me “ouvir”, obrigado por tudo.

À Tuna Feminina da Faculdade de Letras do Porto.

À Mafalda Volz Oliveira. Obrigado pelas horas e atenção constante que me deste. Nos bons e maus momentos. Sei que meras palavras não poderão justificar o quanto grato estou, mas uma vez mais, obrigado.

Gostaria de agradecer também à Joana Bastos e à sua família, pela estadia durante a minha ida a Trás-os-Montes, que me possibilitou o estudo e documentação dos castelos representados nesta dissertação de Mestrado.

Ao Rui Leão e à sua família, pelo constante apoio.

E agora que começo esta folha em branco gostaria de deixar o maior de todos os agradecimentos, aos meus pais e irmão.

Sei que o caminho nem sempre foi fácil, as dificuldades foram surgindo ocasionalmente mas vocês fizeram sempre de tudo para que eu conseguisse prosseguir o meu sonho. Infelizmente não há palavras para descrever o que sinto neste momento. Porém, vou fazer de tudo para que este projeto, esta dissertação seja apenas o início de uma grande carreira. Para que todos os vossos esforços não sejam em vão, para que tudo aquilo que vocês me ensinaram seja passado para gerações futuras. Prometo que vou fazer sempre o impossível e ir sempre mais além.

André, obrigado por acreditares no meu sonho. Já que tenho um irmão ao qual me orgulho imenso, quero fazer o mesmo por ti. Mesmo longe sei que estarás sempre cá para me apoiar. Aí em Londres abriste-me portas e horizontes. Tu e o Steven fizeram-me aperceber o quanto importante é o meu trabalho, numa altura em que eu já não tinha certeza do que estava a fazer, se ia dar resultado.

Aos restantes membros da minha família e amigos. A todos aqueles que possa não ter referido aqui mas que me ajudaram ao longo deste ano, obrigado.

Que esta dissertação seja apenas o início de uma longa carreira e que o vosso apoio se manifeste durante largos anos.

Pai, mãe e irmão, obrigado por tudo.

Sumário

Resumo.....	I
Abstract.....	II
Agradecimentos.....	III

Introdução.....	1
------------------------	----------

Capítulo I – A reconstituição Digital no Campo/Estudo do Património (1973-2014).....	6
---------------------------------------------------------------------------------------------	----------

I. Estado da Arte.....	6
II. Técnicas de Captação Digital.....	23
A. Fotogrametria.....	23
B. Análise a Laser.....	25
C. Digitalizador BRDF – Bidirection Reflectance Distribution Function.....	30
D. Laser e Fotografia.....	31
III. Modelação Digital.....	33
A. O papel dos polígonos no processo de reconstituição digital.....	37
IV. Aprendizagem e Acesso.....	39
V. O Caso Nacional – A Reconstituição Digital em Portugal.....	42

Capítulo II – Carta de Londres. Nomas e princípios para a reconstituição e visualização digital do Património cultural.....	48
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Capítulo III – O estudo da Castelogia em Portugal.....	63
---------------------------------------------------------------	-----------

I. Estado da Arte.....	58
II. Duarte de Armas e o Livro das Fortalezas.....	62

A. Estado da Arte.....	62
B. Técnica de recorte de Duarte de Armas.....	67
C. A utilização do Livro das Fortalezas na Reconstituição digital.....	71
D. Sobre os possíveis constrangimentos na utilização do Livro das Fortalezas.....	80
Capítulo IV – Reconstituição digital dos casos de estudo: Vimioso e Monforte de Rio Livre.....	88
I. Método de reconstituição digital.....	88
A. Website – Castelos3D.....	95
II. Castelos de Vimioso.....	99
A. Proposta de reconstituição do castelo de Vimioso.....	107
B. Processo de Renderização do castelo de Vimioso.....	112
III. Castelo de Monforte de Rio Livre.....	114
A. Proposta de reconstituição do castelo de Monforte de Rio Livre.....	125
B. Processo de Renderização do castelo de Monforte de Rio Livre.....	132
Conclusão/Considerações finais.....	135
Recursos, Bibliografia e Ferramentas Digitais.....	137

Índice de Imagens

Figuras

Figura 1 - A: Programa SHU (1981) Visualização de um vaso medieval; B: SHU (1982) Vaso Medieval. Visualização Tridimensional em corte.....	8
Figura 2- Processo de desenho do Auto-Herald, 1982.....	9
Figura 3- DTM. A: Zonas com alta densidade de barro e pedra; B: Locais arqueológicos.....	9
Figura 4 - Reconstituição digital do Templo Mortuário de Neferefre. Charles University, 1988.....	10
Figura 5- A: Reconstituição digital do Templo Mortuário de Neferefre. Charles University, 1988; B: Rome Reborn 2.0: Reconstituição da cidade de Roma. Universidade de Virgínia, 2011.....	22
Figura 6- Triangulação Fotogramétrica.....	23
Figura 7- Exemplo do processo de fotogrametria (A-G – fotografias retiradas da peça enquanto que a figura H é o modelo reconstituído digitalmente)	24
Figura 8- Princípios de medição.....	25
Figura 9- Ben Kacyra ao lado do primeiro dispositivo de varrimento a laser - Cyrax.....	26
Figura 10 - Mapa da selva de Honduras realizado a partir do sistema de varrimento a laser aéreo.....	29
Figura 11-Pontos de interesse arqueológico na zona de Honduras.....	29
Figura 12- Comportamento da luz.....	30
Figura 13- Combinação da fotografia com a tecnologia laser. Apresentação de Brian Mathews. Cyark. 2013.....	32
Figura 14- Processo de fotogrametria (A-G – fotografias retiradas da peça enquanto que a figura H é o modelo reconstituído digitalmente)	34

Figura 15- Processo de evolução do Castelo de Vimioso. A: Modelo sem texturas; B: Primeira fase de aplicação de texturas; C: Fase final da aplicação de texturas em profundidade.....	36
Figura 16- Definição de Polígonos.....	37
Figura 17- Evolução gráfica com base na utilização de um maior número dos polígonos. Ex.: Videojogo da empresa Eidos/Squareenix. Tomb Raider.....	38
Figura 18- Arquivos de reconstituição digital. A: CyArk; B: Google Warehouse; C: Autodesk 123; D: 3D-COFORM; E: Google Cultural Institute.....	40
Figura 19- Exterior da Sé do Porto; B - Interior da Sé do Porto. Projeto de Leonor Botelho e José Afonso.....	43
Figura 20- A: Projeto Côa3D; B: Projeto Castro de Romaria.....	44
Figura 21- A: Plataforma de jogo - Castro de Romariz; B: Reconstituição da Sé do Porto em formato de vídeo; C: Plataforma Online do Côa3D; D: Modelo 3D online; E: Reconstituição do Castelo de Vimioso em suporte de Vídeo; F: Plataforma YoubeQ.....	45
Figura 22 - Projeto Mogadouro 1509. A: Modelo tridimensional; B: Modelo final.....	46
Figura 23 - Projeto Lisboa Pré-Terramoto.....	47
Figura 24 - Fotografias do modelo virtual que serviam de base à elaboração de uma imagem de síntese semelhante à vista leste (códice B). A – 35º Leste de Norte; B – 35º Leste de Norte; C – 35º Leste de Norte; D – 54º Leste de Norte.....	73
Figura 25 - Figura de síntese, criada à imagem da vista leste do códice B, a partir da maquete tridimensional.....	74
Figura 26 - Ilustração do método de leitura das troneiras presentes no Livro das Fortalezas. A: Vista Panorâmica do Castelo de Vimioso; B - Planta do Castelo de Vimioso.....	77

Figura 27 - Ilustração do método de leitura das portas presentes no Livro das Fortalezas. A: Vista Panorâmica do Castelo de Vimioso; B - Planta do Castelo de Vimioso.....	78
Figura 28 – Ilustração dos acessos aos torreões no castelo de Vimioso. A: Acesso aos torreões; B: Detalhe do torreão semicircular.....	79
Figura 29 – Pormenor do acesso à torre de menagem do castelo de Vimioso. A: Detalhe do acesso e torre; B: Detalhe do acesso em grande plano.....	80
Figura 30 - Elaboração dos elementos presentes nos desenhos de Duarte de Armas através do Photoshop.....	83
Figura 31 – Vistas panorâmicas de Sintra. Livro das Fortalezas, fls. 118, 119 e 120, século XVI. Lisboa IAN/TT.....	84
Figura 32 - A: Planta de Monforte de Rio Livre, SIPA, 1988. B: Planta de Monforte de Rio Livre, Livro das Fortalezas, fl. 131, século XVI. IAN/TT.....	87
Figura 33 – Processo de reconstituição digital da instituição CyArk.....	88
Figura 34 - Método de reconstituição.....	90
Figura 35 – Website Castelos3D – página inicial.....	96
Figura 36 - Visualizador 3D. Website Castelos3D.....	97
Figura 37 - Página de acesso geográfico dos castelos. Website Castelos3D...	97
Figura 38 - Representação do Castelo de Vimioso. Livro das Fortalezas, fl. 85, século XVI. Lisboa, IAN/TT.....	100
Figura 39 - Ilustração da disposição das troneiras cruzetadas entre as duas vistas de Vimioso e a planta, fls. 85, 86 e 130. IAN/TT.....	102
Figura 40 - Planta de Vimioso. Livro das Fortalezas, fl. 130. Lisboa IAN/TT...	103
Figura 41 - Comparação do aparelho de construção. A – Castelo de Miranda do Douro; B – Castelo de Vimioso. Fls. 83 - 85, século XVI. Lisboa, IAN/TT.....	104
Figura 42 – Ilustração do parapeito do castelo de Vimioso. A: Desenho do Livro das Fortalezas, fl. 85, século XVI. Lisboa, IAN/TT. B: Ilustração realizada via Photoshop.....	105

Figura 43 – Planta da torre de menagem do Castelo de Vimioso. A: Planta segundo a intervenção realizada por Carlos A. Brochado de Almeida; B: Planta segundo as medidas presentes no Livro das Fortalezas.....	106
Figura 44 - Planta do Castelo de Vimioso. Séc. XVII - BN Ajuda.....	108
Figura 45 - Compatibilidade das vistas com a planta de Vimioso, fls. 95 e 130, século XVI. Lisboa, IAN/TT.....	109
Figura 46 - Proposta de planta do Castelo de Vimioso. Layouts model.....	110
Figura 47 - Aplicação de texturas. A: Modelo base; B - Modelo com aplicação de texturas.....	110
Figura 48 - Técnica de colagem.....	111
Figura 49 - Ilustração do castelo de Vimioso. Lumion.....	112
Figura 50 - Ilustração do castelo de Vimioso. Pormenor dos torreões semicirculares. Lumion.....	112
Figura 51 - Ilustração do castelo de Vimioso. Pormenor da troneira cruzetada. Lumion.....	113
Figura 52 - Ilustração do castelo de Vimioso. Vista aérea. Lumion.....	113
Figura 53 - Castelo de Monforte de Rio Livre. SIPA. Foto.00011947.....	114
Figura 54 - Comparação das plantas do castelo de Monforte de Rio Livre. A: Planta realizada pelo SIPA, 1962. B: Planta realizada por Duarte de Armas, fl. 131, séc. XVI. Lisboa, IAN/TT.....	117
Figura 55 - Planta do Castelo de Monforte de Rio Livre. A: Planta atual do castelo elaborada através dos dados fornecidos pelo Google Earth e SIPA; B: Vista aérea em formato mapa; C: Vista via satélite Google; D: Desenho elaborado por Duarte de Armas.....	118
Figura 56 - Planta do Castelo de Monforte de Rio Livre (foco na torre de menagem). A: Planta atual do castelo elaborada através dos dados fornecidos pelo Google Earth e SIPA; B: Vista aérea em formato mapa; C: Vista via satélite Google; D: Desenho elaborado por Duarte de Armas.....	119

Figura 57 - Ilustração dos acessos ao adarve. A: Fotografias do castelo de Monforte de Rio Livre, autoria SIPA; B: Planta retirada do Livro das Fortalezas, fl. 131, século XVI. IAN/TT.....	121
Figura 58 - Ilustração dos acessos ao interior do recinto do castelo de Monforte de Rio Livre.....	122
Figura 59 - Ilustração do parapeito coroadado por ameias. A: Foto original da autoria do SIPA; B: Pormenor das ameias (Desenho de Duarte de Armas).....	123
Figura 60 - Ilustração da linha de cachorros escalonados na torre de menagem. A: Foto da autoria do SIPA; B: Pormenor da torre de menagem, retirada do Livro das Fortalezas, fl. 94, século XVI. IAN/TT.....	124
Figura 61 - Ilustração das aberturas presentes na torre de menagem do castelo de Monforte de Rio Livre. A: Foto da autoria do SIPA; B: Pormenor retirado do Livro das Fortalezas, fls. 93 e 94, século XVI. Lisboa IAN/TT.....	125
Figura 62- Compatibilidade das vistas com a planta de Monforte de Rio Livre, fls. 93, 94 e 130, século XVI. IAN/TT.....	127
Figura 63 – Ilustração do modelo de reconstituição do castelo de Monforte de Rio Livre. Elevação dos panos de muralha. Google Sketchup.....	128
Figura 64 - Modelação dos acessos ao interior do recinto com base nos alçados disponibilizados pelo SIPA. Google Sketchup.....	128
Figura 65 - Ilustração do parapeito coroadado por ameias pentagonais. Google Sketchup.....	129
Figura 66 - Ilustração dos acessos ao adarve. Google Sketchup.....	130
Figura 67 - Ilustração dos cachorros escalonados. Google Sketchup.....	130
Figura 68 - Ilustração em corte do interior da torre de menagem do Castelo de Monforte de Rio Livre. Google Sketchup.....	131
Figura 69 - Ilustração foto-realista do castelo de Monforte de Rio Livre. Lumion.....	132
Figura 70 - Vista aérea do Castelo de Monforte de Rio Livre. Lumion.....	132

Figura 71 - Interior do recinto do castelo de Monforte a partir do adarve. Lumion.....	133
Figura 72 - Escadas de acesso ao adarve. Lumion.....	133
Figura 73 - Pormenor dos cachorros escalonados. Lumion.....	134
Figura 74 - Interior da torre de menagem do castelo de Monforte de Rio Livre. Lumion.....	134

Quadros/Gráficos

Gráfico 1 – Evolução da tecnologia de reconstituição digital.....	15
Gráfico 2 – Relação de espaço e utilização num dispositivo CD-I.....	16
Quadro 1 – Técnicas de Varrimento a Laser utilizadas no estudo do Património Cultural.....	27
Quadro 2 – Técnicas de Varrimento a Laser utilizadas no estudo do Património Cultural.....	28
Quadro 3 – Medidas-Patrão Medievais Portuguesas.....	66
Quadro 4 – Descrição dos elementos presentes nas plantas e vistas do Livro das Fortalezas.....	81
Quadro 5 – Ferramentas de Reconstituição Digital.....	91
Quadro 6 – Conceção do Logo Castelos3D.....	95
Quadro 7 – Ficha do Castelo de Monforte de Rio Livre.....	116
Quadro 8 – Intervenções realizadas.....	116
Quadro 9 - Comparação das medidas do Castelo de Monforte de Rio Livre – Muralha interior.....	118
Quadro 10 - Comparação das medidas do Castelo de Monforte de Rio Livre – Torre de Menagem.....	120

Mapas

Mapa 1 - Mapa da região do Alto Douro e Trás-os-Montes.....	98
Mapa 2 - Região de Vimioso.....	99
Mapa 3 - Região de Águas Frias, Chaves.....	114

“Our heritage and ideals, our code and standards - the things we live by and teach our children - are preserved or diminished by how freely we exchange ideas and feelings.”

Walt Disney (1901 – 1966)

Introdução

O tema da Castelogia tem vindo a ser tratado em vários estudos nas últimas décadas. A partir dos trabalhos já realizados por Carlos Alberto Ferreira de Almeida, Mário Jorge Barroca, João Gouveia Monteiro, entre outros decidimos realizar uma abordagem diferente, utilizando como base a investigação já efetuada por estes autores de modo a reconstituir os castelos de Vimioso (concelho de Vimioso) e Monforte de Rio Livre (concelho de Chaves), representados no Livro das Fortalezas de Duarte de Armas (século XVI).

Antes de passarmos à elaboração do processo de reconstituição dos nossos casos de estudo, tivemos a necessidade de aprofundar o panorama da reconstituição digital, aferir como surgiu, identificar as suas aplicações e ainda delinear os seus principais prós e contras. Assim, tendo como referência os trabalhos elaborados ao longo das últimas décadas na CAA – Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology e a Carta de Londres (2009), foi-nos possível concretizar um estudo sobre a sua evolução e estado atual.

A reconstituição digital não é um conceito recente tal como tendencialmente se pensa. De facto, esta ideia já está presente no campo da arqueologia desde 1973, devido ao trabalho elaborado por J.D. Wilcock e apresentado na Conferência CAA em Birmingham¹.

Até ao momento, as razões da utilização de tais meios nos vários campos que estudam o património encontravam-se ainda um pouco ambíguas, ou seja, não sabíamos determinar quando é que a reconstituição digital começou a ser empregue e quais as bases científicas que comprovaram a sua prática. O nosso primeiro objetivo será, então, traçar uma breve *timeline*, tendo como ponto de partida 1973, ano em que surge pela primeira vez o conceito do uso da tecnologia no apoio à investigação no património. A nossa *timeline* traz-nos até 2014.

A nossa perceção de tecnologia digital é bastante diferente daquela que se tinha há 40 anos atrás. Hoje em dia a utilização de programas como o

¹ Consultar: http://proceedings.caaconference.org/paper/02_wilcock_caa_1973/

Microsoft Word, PowerPoint, Excel, Autocad, etc. é algo usual e prático, sendo estes utilizados na maioria dos computadores domésticos. Porém, há quatro décadas atrás esta realidade era um pouco distinta, algo que poderemos observar com a leitura de alguns artigos publicados pela CAA². Em 1981, a MDA (Museum Documentation Association atualmente conhecida como The Collections Trust) apresentou ao mundo um dos primeiros programas capazes de criar catálogos para museus, o GOS. Este programa possibilitou a criação de bases de dados digitais que pudessem armazenar informação sobre as obras do Museu de Guerra Imperial (Stewart, 1981). A partir de então, a catalogação analógica deixou de ser tão usual dando lugar a um sistema mais prático mas todavia ainda caro, pois necessitava de computadores capazes de processar vastas quantidades de dados. Atualmente podemos fazer o mesmo utilizando apenas um computador doméstico e o programa informático Excel.

A tecnologia foi evoluindo de forma relativamente lenta comparada com o rápido progresso atual. Só em 1981 é que poderemos falar de programas de reconstituição e mesmo estes seriam bastante lineares. Porém, com o passar dos anos e com a viragem para a década de 90 e o novo milénio, os métodos e meios tecnológicos foram evoluindo cada vez mais depressa. Esta rápida evolução levantou algumas questões entre as várias áreas científicas relacionadas com o património, sobretudo sobre os métodos utilizados e a veracidade dos resultados obtidos pelas reconstituições digitais.

É precisamente devido a esta problemática que começam a surgir as primeiras orientações internacionais dedicadas à reconstituição digital no património. A Carta de Londres (2009), que viremos a abordar e que aqui traduzimos para português, servirá como base para todas as propostas de reconstituição elaboradas por nós. Os princípios estabelecidos neste documento demonstram a necessidade em comprovar e dar a conhecer ao público a forma como o objeto foi elaborado, de modo a que não haja qualquer indício de má prática de reconstituição, algo que, como poderemos ver, acontecia várias vezes ao longo da década de 1980.

² Repositório da CAA: <http://proceedings.caaconference.org/>

Só após este estudo prévio é que iniciaremos as nossas propostas de reconstituição, tendo como base a fonte iconográfica do século XVI – Livro das Fortalezas de Duarte de Armas. O nosso objetivo inicial será, pois, demonstrar a fidelidade das reproduções apresentadas no Livro das Fortalezas com base nos estudos já feitos sobre o mesmo. A partir daí, faremos a nossa própria análise através de uma abordagem mais gráfica, algo que até ao momento ainda não foi experimentado entre nós.

Assim, assumindo que o documento de Duarte de Armas demonstra reproduções fidedignas daquilo que eram as estruturas acasteladas ao longo da linha raiana no século XVI, levantamos as seguintes questões:

1. É possível reconstituir os castelos presentes no Livro das Fortalezas utilizando apenas o documento?
2. Se sim, então até que ponto podemos reconstituir os castelos do século XVI?
3. Na eventualidade de precisarmos de recorrer a outras fontes iconográficas, qual será a melhor opção?

É precisamente com base nestas três questões, que iremos elaborar duas propostas de reconstituição - Castelo de Vimioso e Monforte de Rio Livre -, respondendo assim a estes quesitos.

Tendo como base a Carta de Londres elaboraremos uma metodologia específica para este tipo de reconstituição que resultou na criação de um *website*³ de modo a salvaguardar e apresentar os resultados obtidos, documentando-os.

Este tema surgiu devido ao nosso interesse pela arquitetura militar medievo-moderna. Desde cedo decidimos tentar criar uma ponte entre a vertente tecnológica e digital, à qual sempre estivemos ligados pela nossa formação, com esta área do património. Sabíamos, claro, que este desafio não seria tarefa fácil e foi desse mesmo modo que antes de apresentarmos a nossa dissertação de Mestrado, fizemos uma proposta de comunicação e de publicação de um artigo sobre esta mesma temática no WEM (Workshop de Estudos Medievais),

³ Website Castelos3D: <http://ricardjmdias.wix.com/castelos3d>

utilizando como caso de estudo o castelo de Vimioso. O WEM revelou ser um ponto de partida essencial para a estruturação do nosso trabalho pois pudemos compreender as lacunas existentes na aceitação da vertente tecnológica no património, de modo que optámos por realizar um estudo metódico sobre o aparecimento e evolução desta metodologia com o objetivo de podermos demonstrar o seu rigor científico.

A importância deste tema está precisamente na utilização de novos meios tecnológicos de modo a criar um instrumento de estudo e de divulgação do património. Será a partir destas ferramentas digitais que poderemos visualizar os objetos de forma distinta daquela que conhecemos hoje, antes só possível a partir de desenhos ou outros elementos gráficos. Para além do mais, iremos demonstrar a forma como podemos conservar, restaurar e estudar objetos históricos ou até mesmo interagir de novas formas com o património.

Inicialmente o nosso objetivo passou por reconstituir 5 castelos – Vimioso, Miranda do Douro, Penas Roías, Monforte de Rio Livre e Vinhais. Porém, ao avançarmos com a análise ao documento de Duarte de Armas e ao aferirmos o impacto da reconstituição digital no património, compreendemos que deveríamos dar mais ênfase a estas questões pois será a partir delas que poderemos assegurar toda a fiabilidade das propostas de reconstituição digital.

Por fim, queremos dizer que com este trabalho esperamos demonstrar a importância das novas tecnologias como ferramenta de estudo e investigação no património. Ao longo desta dissertação iremos provar a forma como esta vertente poderá abrir novas portas e ao mesmo tempo demonstrar novas formas de restauro e preservação.

Ricardo Jorge Moreira Dias

Porto

2014

Capítulo I. A Reconstituição Digital no Campo do Património (1973-2014)

I. Estado da Arte

A reconstituição digital não é um conceito recente tal como tendencialmente se pensa. De facto, esta ideia já está presente no campo da arqueologia desde 1973, devido ao trabalho elaborado por J.D. Wilcock (WILCOCK, 1973) apresentado na Conferência CAA⁴ (Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology) em Birmingham. Wilcock previu que os computadores teriam um papel importante no campo da arqueologia, podendo auxiliar os investigadores nos trabalhos de campo e até mesmo efetuar pesquisas automáticas sobre vastas temáticas. Pouco tempo depois, em 1985, assistimos ao aparecimento do primeiro artigo inteiramente dedicado à captação 3D (Biek, 1985). Este estudo forneceu-nos bases importantes sobre a forma como poderíamos captar a realidade e transportá-la para os nossos equipamentos. No campo da reconstituição digital temos de ter em conta três bases fundamentais: Captar; Modelar; Aprender. Captar diz respeito à forma como interagimos com os objetos. A arte de reproduzir o real no mundo virtual. Modelar por sua vez é uma técnica que transforma o que captamos de modo a servir as nossas necessidades (ex.: uma jarra partida pode ser arranjada a partir destes processos de modelação). Por fim temos a última base, aprender. Isto diz respeito ao que podemos retirar dos dois processos efetuados. O que nos pode oferecer as medidas utilizadas e o que podemos aprender futuramente com elas. Estes artigos lançaram os primeiros fundamentos para as bases da reconstituição digital, originando o aparecimento de múltiplos projetos autónomos de reconstituição.

⁴ A CAA foi fundada nos inícios dos anos 70 em Inglaterra a partir de um grupo pequeno de arqueólogos e Matemáticos interessados nas aplicações da tecnologia na área da arqueologia. A primeira conferência foi realizada em 1973, Birmingham. Gradualmente evoluiu e se tornou num Evento internacional, sendo organizado a partir de 1992 em vários locais da Europa e em 2006 expandindo-se para outros continentes. A CAA foi o palco de apresentações de várias revoluções na indústria tecnológica, presenciando de ano para ano trabalhos revolucionários no campo da reconstituição digital. Atualmente a CAA conta com mais de 300 participantes anualmente, representando um dos eventos mais conceituados no campo do Património cultural digital (CAA, 2014) acedido em 17 de Julho de 2014.

Para podermos compreender melhor a evolução da tecnologia digital na área do património recorreremos múltiplas vezes ao arquivo da CAA⁵ (Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology). Através desta base de dados recolhemos todos os artigos apresentados desde 1973 até à atualidade, selecionando de ano para ano os artigos que apresentavam inovações tecnológicas, modelos de reconstituição, custos tecnológicos (de modo a podermos realizar um balanço entre os custos da utilização dos processos de reconstituição entre 1973 e 2014) e trabalhos de análise crítica sobre o uso da reconstituição digital.

Antes de podermos abordar a tecnologia atual temos de ter uma perceção da evolução da mesma, conhecer as suas falhas, a forma como foi adaptada ao longo das décadas de modo a não desprezar as potencialidades dos recursos da atualidade.

A nossa perceção de tecnologia digital é bastante diferente daquela que se tinha há 40 anos atrás. Hoje em dia a utilização de programas como o Microsoft Word, PowerPoint, Excel, Autocad, etc. é algo usual e prático, sendo estes utilizados na maioria dos computadores domésticos. Porém, há quatro décadas atrás esta realidade era um pouco distinta, como podemos observar com a leitura de alguns artigos publicados pela CAA. Em 1981, a MDA (Museum Documentation Association atualmente conhecida como The Collections Trust) apresentou ao mundo um dos primeiros programas capazes de criar catálogos para museus, o GOS. Este programa possibilitou a criação de bases de dados digitais que pudessem armazenar informação sobre as obras do Museu de Guerra Imperial (Stewart, 1981). A partir de então, a catalogação analógica deixou de ser tão usual dando lugar a um sistema mais prático mas todavia ainda caro, pois necessitava de computadores capazes de processar vastas quantidades de dados. Atualmente podemos fazer o mesmo utilizando apenas um computador doméstico e o programa informático Excel.

A primeira aproximação que tivemos à tecnologia de reconstituição digital foi a partir do programa gráfico SHU. Este programa informático possibilitava aos

⁵ O arquivo da CAA é o único a nível mundial que apresenta esta vasta coleção de artigos relacionados com o uso da tecnologia de reconstituição digital com a arqueologia.

utilizadores desenhar em formato digital os contornos exteriores dos objetos de estudo de modo a poderem ser guardados em formato digital e/ou poderem ser utilizados como apoio a artigos de investigação (Main, 1981). O SHU foi o antecessor do AutoCAD, muito embora este se destinasse essencialmente à leitura de objetos em pequena dimensão enquanto o CAD tinha como função a realização de trabalhos em grande escala ou seja, edifícios. O programa foi utilizado e desenvolvido pelo laboratório de pesquisa do Museu Britânico.

Mesmo já sendo possível recriar digitalmente os contornos dos objetos, a reconstituição tridimensional ainda estava a largos anos de ser atingida. Contudo, através de pequenos passos foi possível chegar-se a essa fase. O programa gráfico SHU continuou em desenvolvimento e em 1982 ganhou a possibilidade de desenhar objetos em três dimensões, contornando então a sua limitação inicial de desenhar apenas em 2D (Angell & Main, 1982) (Vd. fig. 1).

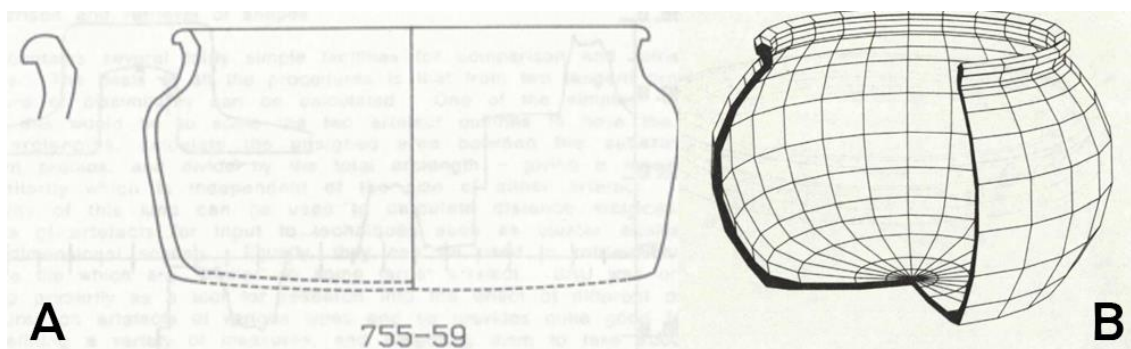


Figura 1 - A: Programa SHU (1981) Visualização de um vaso medieval; B: SHU (1982) Vaso Medieval. Visualização Tridimensional em corte.

Ambos os programas possibilitavam ainda a adição de cor e de informação de texto nos objetos digitais e ainda podiam efetuar processos computadorizados de decomposição permitindo a comparação de objetos através da análise dos pontos de contorno.

Para além destes programas destinados a um público mais restrito, isto é, aos arqueólogos foram aparecendo outros sistemas que respondiam à necessidade de outras áreas, como a geografia, história etc. Em 1982 surgiu um programa especializado em estudar e recriar símbolos heráldicos através do recurso ao desenho digital. O Auto-Herald, assim designado por C. B. Bayliss, foi um sistema com um interface bastante intuitivo e simples, permitindo um desenho rápido, não necessitando de um grande nível de formação prévia (Vd.

fig. 2) (Bayliss, 1982). O programa começava por desenhar o modelo inicial, através da leitura de uma fotografia ou outro elemento gráfico, efetuando assim o desenho principal, os contornos exteriores e por fim os detalhes. Todo o processo demorava poucos minutos, dependendo do detalhe do símbolo e exigia ainda todos os recursos do computador.

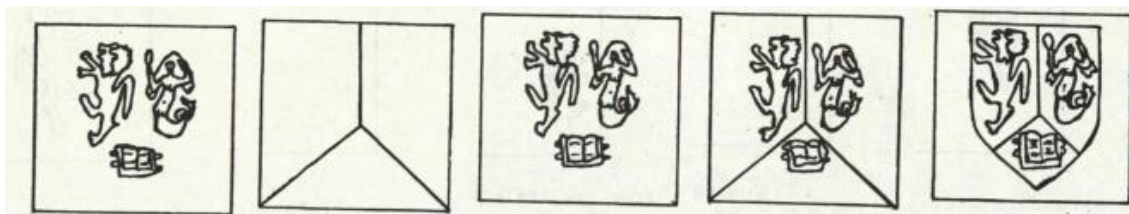


Figura 2 - Processo de desenho do Auto-Herald, 1982.

O campo da geografia foi progredindo também, elevando o sistema GIS (Geographic Information System) a um novo patamar através das primeiras visualizações em três dimensões (Harris, 1987). Os modelos DTM (Digital Terrain Models) permitiam gerar mapas tridimensionais através de funções matemáticas. Estas técnicas seriam desde cedo adaptadas pelo campo da arqueologia de modo a possibilitar um estudo mais detalhado da toponímia do terreno, algo que os mapas em duas dimensões não possibilitavam (Harris, 1987, pp. 161-162). Os DTM possibilitavam uma visualização a 360° dos terrenos podendo até alterar os dados implementados. Permitiam também a delineação de linhas de água, zonas montanhosas, locais arqueológicos e até o estudo da radiação solar (Vd. fig. 3)

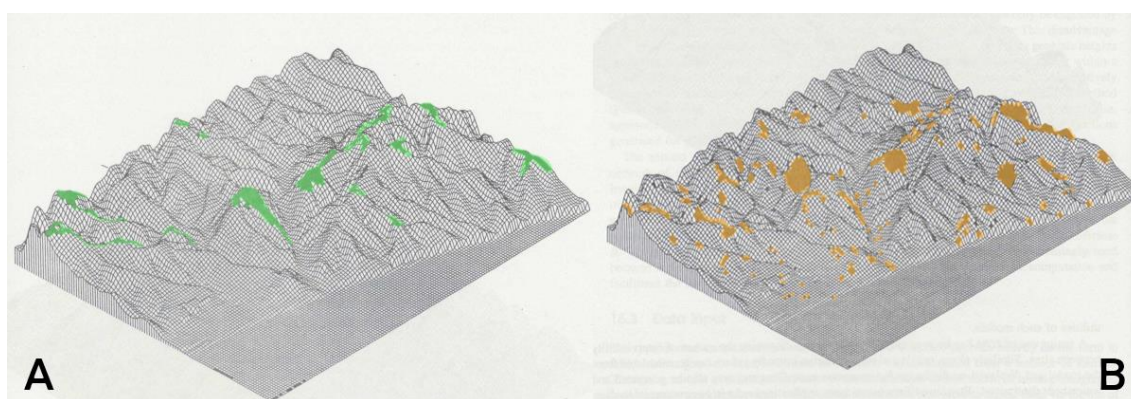


Figura 3 - DTM. A: Zonas com alta densidade de barro e pedra; B: Locais arqueológicos

Na figura acima podemos observar algumas particularidades do sistema DTM. No exemplo A temos um mapa tridimensional com algumas zonas

delineadas a verde. Estas zonas representam locais com alta densidade de pedra e barro. Em mapas de duas dimensões apenas podíamos ver as altitudes destas zonas através de valores apresentados, agora podemos facilmente ver o seu contorno real, tendo uma melhor perceção de todo o local. No exemplo B temos o mesmo mapa porém, o que se encontra delineado a cor-de-laranja são alguns locais de interesse arqueológico⁶.

Estava assim preparada a rampa de lançamento para a nova era da informática, capaz de reproduzir os primeiros modelos arquitetónicos de grande escala. Em 1988 foi levado a cargo por parte da Universidade de Charles em Prague um dos primeiros modelos de reconstituição digital em grande escala. A reconstituição do Templo Mortuário de Neferefre⁷ foi iniciada no início da década de 80, mas apenas obteve resultados viáveis a partir de 1984 quando a evolução tecnológica assim o permitiu (Preuss, Jiri, & Jiri, 1988).

Devido a estas limitações tecnológicas, o projeto demorou vários anos a ser elaborado porém, a sua execução demonstrou as potencialidades destes projetos em comparação com o uso de documentos em duas dimensões e fotografias como elementos de apoio para a realização dos trabalhos (Vd. fig. 4). A reconstituição digital permitia uma melhor compreensão de toda a estrutura arquitetónica, fornecendo a execução de análise a partir de vários ângulos.

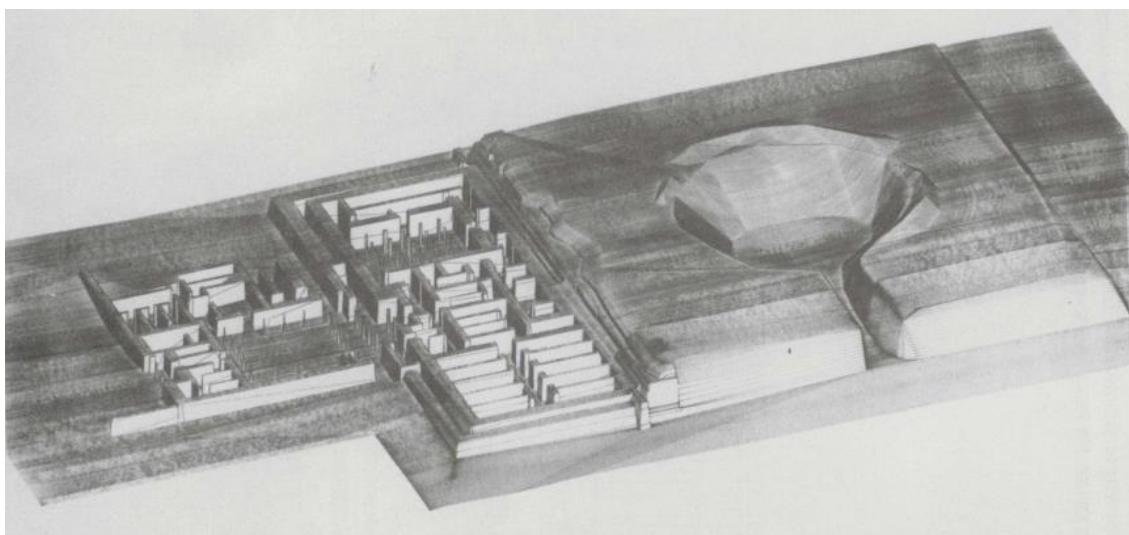


Figura 4 - Reconstituição digital do Templo Mortuário de Neferefre. Charles University, 1988.

⁶ Consultar (Harris, 1987, pp. 164-166).

⁷ Pirâmide inacabada da quinta dinastia (2460-2455 A.C.).

Os métodos e meios tecnológicos foram evoluindo cada vez mais e a passos largos, ano para ano foram sendo apresentados cada vez mais projetos de reconstituição, técnicas, dispositivos, etc. nas conferências da CAA⁸.

Esta rápida evolução levantou algumas questões entre as várias áreas científicas relacionadas com o património, sobretudo sobre os métodos utilizados e a veracidade dos resultados obtidos pelas reconstituições digitais. Em 1995, Paul Miller e Julian Richards publicaram uma reflexão crítica sobre esta problemática, questionando a forma como os utilizadores encaravam a reconstituição digital (Miller & Richards, 1995). Durante a década de 70 e 80, os arqueólogos adaptaram rapidamente as técnicas de reconstituição digital, produzindo resultados bastante produtivos (Reilly, 1988). Os projetos desenvolvidos possibilitaram aos utilizadores e público em geral a possibilidade de visualizar monumentos, paisagens e até mesmo escavações, trazendo o passado ao presente.

Porém, a realização deste tipo de projetos trouxe alguns problemas, tanto nas técnicas como na forma como foram utilizados nos vários campos que estudam o património cultural. Ao contrário do que ocorre nos dias de hoje, a visualização digital nas décadas de 70 e 80 servia sobretudo como apoio a artigos e outros trabalhos e para melhorar a forma como os investigadores demonstravam o seu trabalho ao público. Um dos aspetos que podemos considerar negativos é o facto de os projetos executados durante a década de 80 limitarem-se em muitos dos casos a reconstituir pequenas partes dos edifícios (a maioria dos modelos digitais elaborados durante este período tinham como foco a reconstituição de edifícios clássicos utilizando os conceitos pré-estabelecidos pela sociedade académica (J., C, C.J., & G.R., 1991, p. 219)) o que levava a uma subvalorização da tecnologia digital. Estas reconstituições falhavam no aspeto em que contribuíam pouco para o desenvolvimento da prática de modelação digital na área do património. Concordando com Harris, não queremos afirmar que a reconstituição digital praticada em épocas

⁸ Como referimos anteriormente esta reflexão em torno da evolução dos meios tecnológicos foi feita através da leitura dos artigos apresentados na CAA (Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology). Porém, demos ênfase aos projetos que estavam mais vinculados a novas propostas tecnológicas, reflexões críticas, reconstituições digitais, etc. de tal modo que não iremos efetuar uma abordagem a todos os trabalhos da CAA, por ultrapassarem o âmbito deste estudo.

anteriores tenha fracassado, apenas queremos salientar que não chegou a ser aproveitada na sua máxima potencialidade (Harris, 1987, p. 19).

Já referimos casos anteriores que trouxeram mais-valias para a área do património mas é importante retermos que nem todas as instituições tinham os mesmos objetivos. A vasta maioria dos projetos eram elaborados através de parcerias com as maiores empresas mundiais (ex.: FIAT, IBM, BNFL, etc.) devido aos custos elevados dos equipamentos e ainda pelo facto de que nem todas as empresas possuíam o acesso a estes instrumentos. É estranho observar-se um interesse por parte de empresas de indústrias tão diferentes na área do património. Porém, tratou-se de uma estratégia de marketing levada a cargo pelas empresas de modo a ganhar mérito entre o público.

Na maioria dos casos os projetos de reconstituição só estavam disponíveis aos investigadores após estarem terminados, incapacitando-os de interagir com a modelação. Os resultados apresentados apenas demonstravam o modelo digital negligenciando toda a base teórica por detrás do projeto.

Em termos de parceria multidisciplinar, os engenheiros e técnicos informáticos assumiam o papel principal em todo o projeto, deixando o investigador apenas com o trabalho de pesquisa. A modelação ficaria a cargo dos vários técnicos, sendo que este processo não estaria sob a vigilância dos investigadores. Atualmente ainda podemos constatar esta mesma situação. Em muitos dos casos o diálogo entre um investigador e um técnico de informática é difícil. Isto poderá dar origem a modelos digitais pouco corretos pois, por um lado, a informação essencial não é por vezes transmitida e, por outro lado, limita a forma como os investigadores podem melhorar ainda mais as potencialidades da reconstituição digital.

Segundo Paul Miller:

Nas últimas décadas os arqueólogos têm adaptado as técnicas de reconstituição digital de forma rápida. As imagens produzidas por via destas técnicas possibilitam aos investigadores e público em geral visualizar monumentos, paisagens e até mesmo escavações, trazendo o passado de volta à vida. Durante os últimos anos, a CAA foi o palco

*principal destas evoluções, sendo presenteada com as últimas novidades tecnológicas*⁹(Miller & Richards, 1995, p. 19).

De modo a realizarmos reconstituições bastantes metódicas e científicas é necessário que o investigador assuma o papel de “construtor” no processo de reconstituição digital. Atualmente vemos isto acontecer gradualmente pois cada vez mais os novos equipamentos são criados de modo a serem mais pragmáticos e intuitivos, não necessitando de uma extensa formação prévia. Porém é essencial que exista no recorrer de todo o processo de reconstituição uma abordagem multidisciplinar de modo a garantir resultados ainda mais satisfatórios. Cabe ao investigador o papel de analisar e garantir que a informação a ser processada tenha a maior coerência possível, assegurando a fidelidade da reconstituição digital¹⁰. Por outro lado, a presença de arquitetos e engenheiros possibilita uma melhor gestão de todo o projeto fornecendo auxílio nas áreas que lhes competem (ICOMOS, 2003).

A fidelidade das reconstituições digitais tem sido, desde a sua generalização, um processo bastante polémico. Já tivemos a oportunidade de referenciar as suas mais-valias e impasses nas várias áreas que estudam o património. Porém, cabe-nos agora como investigadores assumir um papel mais crítico e analisar as suas possíveis desvantagens.

Mas o que é que queremos dizer na realidade com desvantagens? As áreas que estudam o património são, na sua *raison-d'être*, campos científicos bastante visuais. A reconstituição digital assumiu um papel superior em termos de auxiliar gráfico em comparação com a fotografia e outros elementos (Miller & Richards, 1995, p. 20). Segundo Paul Miller e Julian Richards, “os modelos de computador assumem um carácter superior em relação às imagens: as pessoas esperam que os computadores estejam sempre corretos e que os modelos de reconstituição apresentados não apresentem quaisquer margens de erro. Não conhecemos a existência de reconstituições digitais alternativas. Assim sendo, existe um maior perigo na forma como damos a conhecer o passado. As grandes

⁹ Tradução nossa.

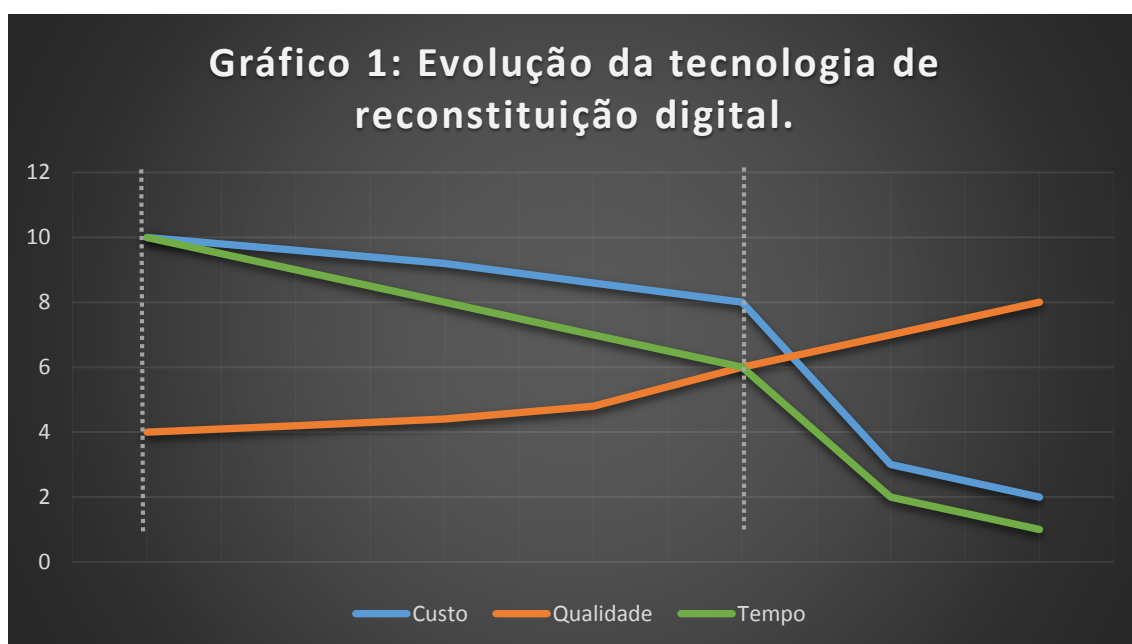
¹⁰ A Carta de Londres demonstra a importância das relações interdisciplinares frisando que o projeto deverá dar a conhecer de forma coerente e pragmática os vários elementos presentes na reconstituição digital, assim como a dependência entre os elementos e o raciocínio por detrás das hipóteses estabelecidas. Consultar capítulo da Carta de Londres.

audiências são expostas a visualizações digitais em que os vídeos ou imagens são desassociados dos processos realizados durante a sua criação (processos metodológicos e científicos) (Miller & Richards, 1995, p. 20)”¹¹.

Porém, a imagem que devemos transmitir ao público (algo que é frisado constantemente pelos investigadores) é de que existem várias formas de reconstruir o passado, isto é, não existe uma conclusão apenas várias especulações. Ao divulgarmos uma reconstituição digital deveremos sempre frisar que se trata de uma assunção do passado através das diversas fontes utilizadas. Atualmente com a publicação das várias cartas, entre elas a de Londres, os investigadores têm revelado a importância desta problemática, fazendo com que não seja apenas a reconstituição visual a chegar ao público, mas sim toda a base teórica por detrás do projeto.

Simultaneamente, os custos para o uso desta tecnologia foram gradualmente descendo (Vd. gráfico 1) despertando o interesse de vários utilizadores, entre eles arqueólogos, historiadores e historiadores de arte. No início da década de 90 começaram a surgir novas formas de salvaguardar os dados, graças à introdução do CD-I (Compact Disc Interactive), ou seja, os CD-ROM's que ainda hoje utilizamos (Bradley, 2006). A introdução deste novo meio de preservação dos dados teve um tremendo impacto no mercado, não só pelo seu custo bastante acessível mas também pelo facto de poder ser reproduzido num maior número de dispositivos em comparação com as disquetes e discos rígidos que só poderiam ser reproduzidos em computadores ou através de equipamentos auxiliares (estes dispositivos poderiam ser tão dispendiosos como um computador doméstico) (J., C, C.J., & G.R., 1991, p. 219).

¹¹ Tradução nossa.



Os investigadores e público em geral já não estavam constringidos a museus e outras instituições para visualizar estes dados, sendo agora possível a sua leitura a partir de computadores domésticos.

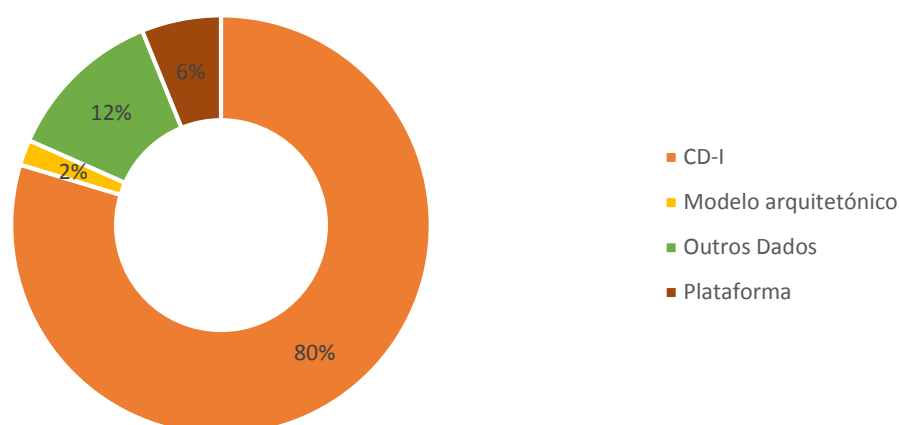
O projeto *Sacred Way* (1991) foi uma das primeiras iniciativas que deu uso a esta nova forma de armazenamento e divulgação de dados. O objetivo deste projeto foi a realização e produção de uma aplicação em multimédia que possibilitasse a utilização dos discos compactos juntamente com a última geração de gráficos computadorizados. Através desta aplicação o utilizador poderia experienciar todo um panorama da antiguidade clássica grega, simulando uma visita guiada pela cidade de Elêusis. Para além das reconstituições arquitetónicas, os utilizadores poderiam observar uma simulação do quotidiano da cidade escolher um período cronológico de visualização e ainda ter acesso a toda a informação recolhida durante a realização do projeto (J., C, C.J., & G.R., 1991, p. 220).

Voltando à questão anterior, este projeto necessitou de parcerias multidisciplinares, devido à sua complexidade em termos computacionais e históricos (abordagem arquitetónica, social, arqueológica, religiosa, etc.). A realização deste projeto levantou alguns problemas nomeadamente em termos de armazenamento e processamento gráfico. A modelação de uma só área de um edifício necessitava no mínimo 15 a 16MB¹² ou seja, se um edifício possuísse

¹² Mega Bytes.

mais do que quatro espaços habitacionais ocuparia cerca 64MB de espaço, preenchendo 11% do espaço em disco (Vd. gráfico 2) (J., C, C.J., & G.R., 1991, p. 220).

Gráfico 2: Relação de espaço e utilização num dispositivo CD-I



A reconstituição da *Sacred Way* estimava que seria impossível armazenar toda a informação num só disco compacto devido ao espaço disponível. Porém, o processo em si era vítima da sua própria complexidade. Os autores tentaram reconstituir cada edifício recorrendo a métodos realistas, isto é, construir um edifício bloco a bloco (cada bloco ocuparia 256 bytes de espaço em disco). Cada edifício teria segundo os autores, um total de 4000 blocos, ou seja, 1MB (aqui estamos a abordar o exterior do edifício apenas) (J., C, C.J., & G.R., 1991, pp. 220-221).

O processo em questão não está errado contudo, tendo em conta os meios tecnológicos disponíveis na época de 90, apresentava-se como sendo um meio pouco viável. Os investigadores estavam a par desta problemática solucionando outras formas de modelar os edifícios e objetos. Um dos processos teria como objetivo limitar o número de objetos modelados, representando apenas os objetos mais importantes (segundo o critério dos arqueólogos). O outro processo sugerido seria utilizar as texturas como elemento prioritário na modelação 3D, possibilitando a reconstituição de um número superior de polígonos mas limitando então o realismo de todo o projeto. Esta é uma questão

que ainda está bem assente nos métodos de reconstituição atuais, tornando-se um dos temas que iremos discutir mais adiante.

Para além da questão dos polígonos (os elementos que compunham as estruturas arquitetónicas), o projeto tinha em consideração ainda a escultura, processos de sombra e ainda o impacto da luz (esta questão como poderemos ver adiante representa ainda um dos maiores problemas na reconstituição digital).

Tendo em conta o período em que este artigo foi realizado, podemos constatar que o projeto estava uma década á frente do seu tempo, pois já abrangia questões bastante atuais que já entram no âmbito da carta de Londres, como o conceito de realismo digital, a forma como se poderia armazenar os dados a longo prazo, a formatação dos ficheiros, etc.

Com o decorrer dos anos as técnicas de reconstituição foram-se aperfeiçoando, conseguindo responder cada vez mais aos novos problemas apresentados pelas diversas áreas que estudam o património. A aplicação de ferramentas de cartografia digital começou a ser cada vez mais frequente sendo que em 1995 a atenção de toda a conferência da CAA¹³ (Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology) esteve virada para os sistemas GIS que já referimos previamente (de um total de 62 artigos referentes a várias áreas associadas ao património, o GIS (Sistema de Informação Geográfica) foi tema principal em cerca de 20 publicações).

Porém, com o rápido aumento da tecnologia digital nos diversos campos ligados ao património e com o crescimento exponencial da informação obtida e divulgada na internet, houve a necessidade de criar mecanismos mais elaborados de modo a proporcionar um acesso mais adequado a esta informação. As primeiras soluções para este problema surgiram a partir de 1995 com a introdução do ARGE¹⁴ que permitia o acesso a toda a informação publicada na internet relativa a estudos do património europeu (Leusen, 2000, p. 303). Este tipo de soluções resultavam em soluções de curtos espaços de tempo contudo, os investigadores estavam cientes que seria preciso efetuar medidas a

¹³ Consultar nota de rodapé nº1.

¹⁴ The World Wide Web Virtual Library for European Archaeology, em <http://www.let.rug.nl/arge/> (since 1995). Consultado em 26/07/2014.

longo prazo. O projeto ArchTerra foi a primeira abordagem a longo prazo, tendo como objetivo o armazenamento e divulgação de trabalhos ligados ao património da Europa do Este e Leste que por sua vez originaria a criação de um Thesaurus acessível em várias línguas (Catacchio, 2001). O CD-ROM deixa de ser então uma das soluções primárias de armazenamento, sendo sucedido pelo uso cada vez mais frequente da internet.

A utilização da internet como fonte principal de armazenamento levantou outras questões metodológicas. As instituições teriam de estar preparadas para albergar servidores que permitissem o acesso constante a toda a sua documentação. Esta documentação teria por sua vez de ser devidamente selecionada de modo a distinguir o que seria disponibilizado ao público em geral e deixado ainda em privado (Wise & Richards, 1997). Conforme Alicia Wise e Julian Richards:

O acesso generalizado à informação em formato digital serve duas funções importantes: favorecer a divulgação dos trabalhos relativos ao património cultural e auxiliar a preservação da documentação digital. Pode-se facultar a informação através de várias: os investigadores ganham o acesso a fontes primárias que a partir de outras formas poderiam ser mais dispendiosas (localização, custos de impressão, etc.). Qualquer utilizador com acesso à internet tem agora a possibilidade de consultar informação a nível patrimonial, mesmo sem o acesso a uma instituição especializada. A preservação digital ocorre quando se transfere qualquer tipo de documento de uma específica base de dados. Ao utilizarmos este documento estamos a fazer com que os formatos em que o documento possa ser visualizado se expanda, fazendo com que seja compatível com mais programas informáticos e sistemas operativos (Wise & Richards, 1997, p. 140)¹⁵.

Como sabemos, o fluxo de trabalhos publicados em áreas como a arqueologia, história e história da arte tem crescido a um nível bastante elevado. Este fator origina na maioria dos casos a uma sobrecarga de documentação, fazendo com que certa parte da informação não seja publicada. A implementação de servidores fixos em instituições possibilitou a gestão de toda a documentação, servindo também como elemento impulsionador para a divulgação de artigos, eventos, etc.

Para além dos exemplos já referidos anteriormente temos ainda outras bases de dados que, na sua maioria, ainda se encontram operacionais, o que

¹⁵ Tradução nossa.

demonstra os resultados positivos da utilização de estratégias a longo prazo¹⁶, entre estas bases de dados operacionais temos: AHDS¹⁷ (Arts and Humanities Data Service), ADS¹⁸ (Archaeology Data Service), a já referida CAA (Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology), CyArk¹⁹ (será referida várias vezes no decorrer da nossa dissertação devido à sua contribuição no campo do património e reconstituição digital), Google Open Gallery²⁰, entre outros.

Atualmente a maioria destas instituições ligadas ao património tem conhecimento da importância do acesso e divulgação à informação²¹. A empresa Google foi ao longo dos anos evoluindo, adaptando-se às necessidades dos seus utilizadores. No decorrer destas duas últimas décadas a Google tem dedicado os seus recursos para as áreas do património. Para além do motor de busca global, a Google realizou outras ferramentas de pesquisa secundárias que permitem o filtro da informação, um destes exemplos é o conhecido Google Scholar²².

A CyArk é umas das organizações líder no que diz respeito à intervenção e preservação digital do património cultural. Criada em 2003 por Ben Kacyra, esta organização tem como objetivo preservar digitalmente o vasto legado cultural deixado pelo homem, disponibilizando gratuitamente todos os dados recolhidos na sua plataforma *online* (artigos, projetos em CAD e GIS, modelos tridimensionais, vídeos, etc.).

O ano de 2003 foi também o ano de lançamento do seu projeto piloto. Este projeto teve inicialmente um objetivo simples – afirmar o uso da tecnologia 3D no campo do património. Para tal foi necessário superar alguns obstáculos que para a época eram cruciais (e isto para termos plena noção dos grandes avanços realizados):

¹⁶ Consultar a carta de Londres princípio 5 e 6: Sustentabilidade e Acesso.

¹⁷ <http://www.ahds.ac.uk/about/index.htm> Consultado em 27/07/14

¹⁸ <http://archaeologydataservice.ac.uk/> Consultado em 27/07/14

¹⁹ <http://archive.cyark.org/> Consultado em 27/07/14

²⁰ <http://www.google.com/opengallery> Consultado em 27/07/14 (Visualizar capítulo Aprendizagem e Acesso)

²¹ Consultar capítulo *Aprendizagem e Acesso*.

²² <http://scholar.google.pt> Consultado em 26/07/14

1. Superar o custo de processos de documentação digital²³;
2. Criar projetos produtivos;
3. Superar a má reputação deixada por projetos anteriores;
4. Processar o vasto volume de dados captados;
5. Possibilitar a visualização de 3D em tempo real²⁴.

Este projeto demorou 5 anos a ser concretizado, documentando um total de 17 locais em todo o mundo e criando mais de 60 parcerias com, entre elas, Universidades, Governos, empresas cinematográficas, etc., etc. (Kacyra, 2008).

²³ O artigo realizado por J.D. Wilcock em 1973 abordava este assunto como fator crucial para o desenvolvimento de projetos arqueológicos. Para a época o preço de um computador equivalia ao preço de um automóvel de baixa gama. Isto impossibilitava o uso das novas tecnologias como elemento de auxílio no trabalho de investigação. Para tal, Wilcock compreendia que para que esta parceria fosse possível seria necessário abater no custo da tecnologia, algo que foi conseguido a partir de 1998. Consultar início de capítulo.

²⁴ Consultar capítulo de métodos de reconstituição digital.

Em conclusão podemos afirmar que o panorama atual da tecnologia digital é bastante diferente do que há quatro décadas atrás. Como pudemos observar anteriormente, o processo de evolução nas primeiras décadas (1970 a 1990) foi relativamente lento, devido em certa parte aos custos elevados das ferramentas informáticas. Porém, com a chegada do novo milénio o custo dos computadores pessoais, meios de captação 3D, etc. foram diminuindo fazendo com que fosse possível uma evolução mais rápida. Ao olharmos para trás, desde o primeiro trabalho de reflexão realizado por J.D. Wilcock sobre os potenciais usos futuros da tecnologia na arqueologia (WILCOCK, 1973), R.A. Pryor (Pryor, 1973) que discutiu a implementação de inventários digitais de modo a facilitar a gestão da informação, a criação da ferramenta digital SHU em 1981 sobre o uso de computadores para a reconstituição de objetos em formato digital (Main, 1981), os sistemas GIS em três dimensões (Harris, 1987), etc. etc., vemos de facto as evoluções e as metas alcançadas ao longo deste período de tempo, deixando-nos com uma questão fundamental: Em que ponto da situação é que estamos atualmente?

A tecnologia nos dias de hoje é mais acessível. Os trabalhos realizados são cada vez mais elaborados e ambiciosos. Deixamos de viver num período em que a realização de catálogos, inventários, modelos em 2D e 3D deixaram de ser trabalhos criados por instituições com grandes orçamentos e parceiros sendo agora acessíveis a qualquer utilizador. O período em que os engenheiros e técnicos informáticos lideravam a indústria digital no campo do património terminou. Cabe agora aos arqueólogos, historiadores, historiadores de arte, etc. assumir o papel primordial na realização de trabalhos deste género.

Em 1995 Paul Miller e Julian Richards demonstraram que os investigadores eram capazes de assumir tais papéis, afirmando ainda que ao deixarmos este tipo de trabalho a cargo de outras áreas poderá originar na má interpretação de dados, ou seja, os resultados que pretendemos obter poderão não corresponder na sua totalidade aos nossos critérios (Miller & Richards, 1995).

Os atuais modelos de reconstituição são, na sua integra, reproduções foto-realistas do passado em comparação com os primeiros modelos elaborados a partir dos finais da década de 80 (Vd. fig. 5), demonstrando a drástica evolução da tecnologia digital ao longo da última década (2000-2014). Ainda na década

de 90 assistíamos frequentemente a questões como a necessidade de gestão de espaço para salvaguardar os dados, a necessidade de baixar a qualidade das reconstituições para que fosse possível a sua reprodução num maior número de dispositivos, problemas de compatibilidade, etc.

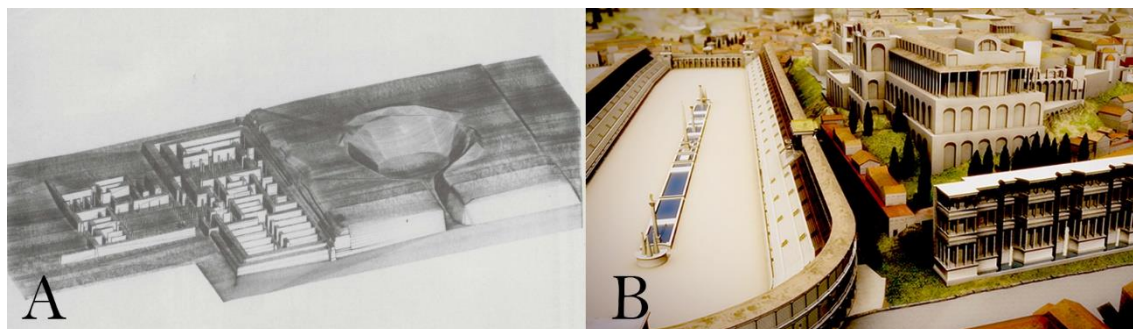


Figura 5 - A: Reconstituição digital do Templo Mortuário de Neferefre. Charles University, 1988; B: Rome Reborn 2.0: Reconstituição da cidade de Roma. Universidade de Virgínia, 2011.

O *hardware* e *software* deixaram de ser uma limitação, proporcionando agora a possibilidade de elaborar projetos ainda mais realistas. A questão da veracidade científica das reconstituições levadas a cargo pelos utilizadores começou a ser a principal preocupação por parte da comunidade académica. Documentos como a Carta de Londres (2006 e 2009)²⁵ surgem então como resposta a essa problemática, auxiliando as instituições e utilizadores autónomos na prática da reconstituição digital.

A Carta de Londres é atualmente utilizada em vários países, contando com mais de 10 traduções, entre elas o espanhol, italiano, inglês, etc. Neste mesmo contexto elaboramos então a nossa própria tradução de modo a implementarmos a Carta no panorama português²⁶.

²⁵ <http://www.londoncharter.org/downloads.html> Consultado em 27/07/14

²⁶ Consultar capítulo: Carta de Londres.

II. Técnicas de Captação Digital

Atualmente, as várias organizações e investigadores têm ao seu dispor um vasto leque de dispositivos que lhes permite captar a realidade transformando-a assim em dados que possam ser visualizados digitalmente. Porém, com esta vasta diversidade deve-se acrescentar uma atenção redobrada, pois cada dispositivo serve uma função própria e antes do investigador entrar neste nicho deve ter em atenção o tipo de trabalho que pretende realizar (Randall, 2013, p. 6). Para tal, iremos demonstrar e por sua vez explicar alguns dos meios mais utilizados atualmente, apresentando os seus pros e contras²⁷. O primeiro ponto que apresentamos diz respeito à fase inicial de reconstituição digital, ou seja, a captação. Depois deste ponto passaremos a dar exemplos da fase de modelação e por fim de aprendizagem. Entre os meios que dizem respeito à captação temos então o uso da fotogrametria; varrimento a laser; digitalizador BRDF; laser e fotografia, entre outros.

A. Fotogrametria

Este processo pode ser realizado com qualquer tipo de dispositivo que possua uma câmara fotográfica. A fotogrametria²⁸ consiste na triangulação de várias fotografias tiradas sobre um objeto ou local em específico (Vd. fig. 6²⁹). Estas fotografias por sua vez criam uma nuvem de pontos, formando um objeto tridimensional. A partir daqui

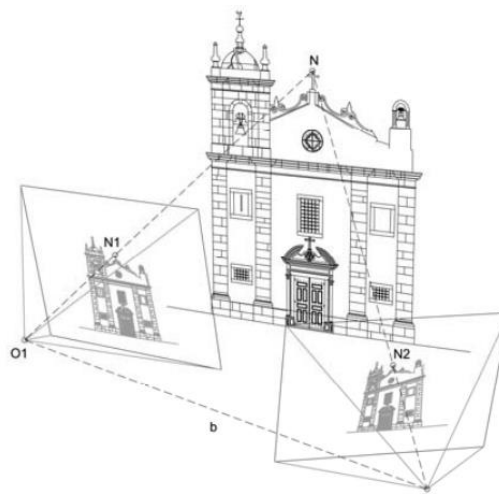


Figura 6 - Triangulação Fotogramétrica

²⁷ Este trabalho pretende demonstrar como cada meio se adapta em função ao objeto a documentar. Não pretende de modo algum fazer análises extensas sobre determinado processo, algo que nos desviaria por completo do objetivo real deste projeto.

²⁸ Como já tivemos a oportunidade de realçar, a fotogrametria pode ser utilizada para vários tipos de trabalho de tal forma que existem diferentes variações deste processo: fotogrametria de satélite, fotogrametria aérea, fotogrametria terrestre/aquática, fotogrametria estereoscópica, fotogrametria de convergência, arquitetónica, industrial, etc., etc.

²⁹ Esquema retirado do projeto – MATEUS, Luís - *Fotogrametria e Varrimento Laser 3D – Princípios e aplicações em Conservação da Arquitetura*. Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa. [Http://home.fa.utl.pt/~jaguiar/MIARQ/LMateusAula3MIARQ.pdf](http://home.fa.utl.pt/~jaguiar/MIARQ/LMateusAula3MIARQ.pdf)

podemos exportar o objeto passando para a fase de modelação se necessário. No entanto é preciso salientar que este método não funciona para todos os tipos de objeto. Objetos com superfícies demasiado luminosas ou com superfícies translúcidas não conseguem fornecer uma triangulação correta, levando à reprodução errada do objeto. Atualmente podemos utilizar os programas Autodesk 123 e Arc3D para reproduções deste género. É uma tecnologia passiva pois o sistema não emite a luz que recolhe.

O nosso trabalho não utiliza este recurso, contudo decidimos experimentar este processo de modo a demonstrar as suas particularidades elaborando um exemplo (Vd. fig. 7). Como podemos observar, os resultados que este processo apresenta são bastante claros. A qualidade da imagem é em alta resolução, a triangulação apresenta apenas uma margem de erro de aproximadamente 0,1mm e não se perde a textura da peça durante todo o processo de captação. No nosso caso de estudo este processo apenas seria útil para a captação de objetos menores como o caso de armas de pirobalística. A arqueologia tem sido a área



Figura 7 - Exemplo do processo de fotogrametria (A-G – fotografias retiradas da peça enquanto que a figura H é o modelo reconstituído digitalmente).

que mais se aproveitou da fotogrametria para documentar muitos dos seus achados, um dos melhores exemplos que temos atualmente sobre a utilização destes métodos é precisamente por parte da família Leakey-Fossil Hunter³⁰.

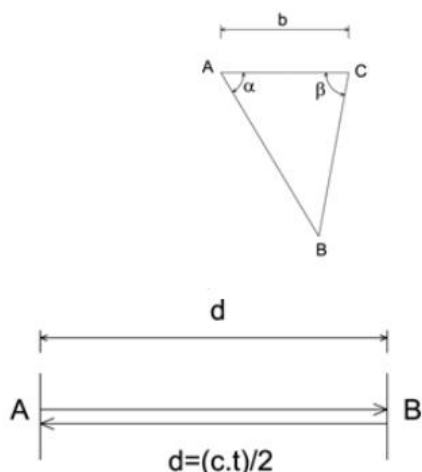
Como sabemos, a família Leakey possui cerca 20 mil artefactos arqueológicos em sua posse, alguns deles são tão raros que é necessário pedir autorização ao governo Africano para podermos estudá-los. Porém, a mesma tem disponibilizado o estudo destes artefactos através de modelos 3D. Podemos observar então que recorrendo ao uso de modelos tridimensionais podemos

³⁰Arquivo digital da família Leakey. <http://africanfossils.org/#> Acedido em 17-07-2014

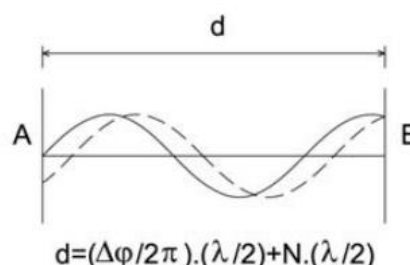
estudar objetos sem a preocupação de os danificar no processo. Mais ainda, podemos estudá-los em qualquer parte do mundo sem termos a necessidade de realizar uma apreciação direta.

B. Análise a Laser

. Triangulação



. Tempo de Voo



. Comparação de Fase

Figura 8 - Princípios de medição

Os dispositivos de varrimento a laser são utilizados para tarefas específicas, operando sob três princípios fundamentais³¹ – Triangulação, tempo de voo e comparação de fase (Vd. fig. 8). Estes dispositivos emitem raios laser que, ao embater com a superfície dos objetos, documentam as coordenadas exatas do ponto de impacto. Este processo repete-se a um ciclo tão rápido que é possível documentar milhares de pontos em apenas poucos segundos dando origem a uma nuvem de pontos de alta resolução (Mateus, 2010).

³¹ Não será necessário para o investigador perceber por extenso estes três princípios porém, de modo a demonstrar o quanto rígido este processo é decidimos apresentar sob a forma de ilustração o processo de digitalização.

Um dos primeiros dispositivos³² deste género foi criado em 1990 pelo engenheiro civil Ben Kacyra (Vd. fig. 9). Este dispositivo a laser era mais compacto, permitindo aos utilizadores um melhor manuseamento durante o processo de captação no campo. Assim que a captação esteja terminada podemos ter acesso a um modelo de alta resolução. Este modelo por sua vez



Figura 9- Ben Kacyra ao lado do primeiro dispositivo de varrimento a laser - Cyrax.

permitirá aos investigadores retirar todo o tipo de informações úteis, tais como: plantas, alçados, tipo de material, zona de erosão (Vd. quadro 1), etc., etc. Tendo em conta o quadro 1, podemos observar que existe de facto um número extenso de dispositivos de varrimento a laser, no qual cada um serve uma função muito específica. Temos de ter sempre em conta que estes dispositivos foram desenvolvidos em primeiro lugar para fins comerciais (documentar e analisar refinarias de óleo e gorduras, autoestradas, pontes, etc., etc.) e só apenas com a introdução do já referido Cyrax é que começamos a assistir à sua vasta utilização no campo de investigação do património cultural (Kacyra, 2008).

³² Este primeiro dispositivo foi uma adaptação da tecnologia utilizada para monitorizar as plantas nucleares. O Cyrax 2500 é atualmente um dos dispositivos de varrimento a laser mais precisos.

Quadro 1 -Técnicas de Varrimento a Laser utilizadas no estudo do Património Cultural ³³		
Género de Varrimento	Utilidade	Precisão/Alcance
Dispositivo de triangulação compacto	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de rotação; Analisar objetos de pequena dimensão (que possam ser removidos da área). Produzir dados válidos para a reprodução do objeto. 	50 Micrómetros/ 0.1m-1m.
	<ul style="list-style-type: none"> Apoio de suporte; Analisar objetos pequenos e superfícies com áreas menores. Podem ser utilizados na área. Podem ser utilizados para reproduzir uma réplica. 	50 Micrómetros/ 0.1m – 1m.
	<ul style="list-style-type: none"> Espelho/prisma Analisar a superfícies de objetos pequenos no local. Reproduzir réplicas. 	Menos de 50 Micrómetros/ 0.1m-25mm.
Dispositivos terrestres baseados no sistema de tempo de voo.	Analisar as fachadas e interiores dos edifícios, resultando na criação de plantas e alçados.	3-6mm com alcance de várias centenas de metros.
Dispositivo terrestre de comparação de fase.	Analisar as fachadas e interiores dos edifícios, resultando na criação de plantas e alçados – utilizados especificamente em casos que necessitem uma rápida aquisição de dados e uma nuvem de pontos mais densa.	5mm com alcances de 50 a 100 metros.

³³ Esquema elaborado utilizando como base o trabalho de heritage3d.org – *3D Laser Scanning for Heritage (Second edition). Advice and Guidance to users on laser scanning in archaeology and architecture*. English Heritage. 2011.

Dentro do conceito de varrimento a laser temos ainda outras duas particularidades – varrimento a laser em veículos terrestres e o varrimento aéreo. O primeiro oferece uma margem de manobra superior aos já referidos lasers montados em tripés, possuindo a mesma resolução e qualidade mas necessita de um tempo de manutenção superior. Por sua vez, os dispositivos de varrimento aéreo são ideais para cartografar vastas áreas inclusive áreas florestais. No quadro 2 podemos ver as divergências que ambas tecnologias possuem.

Quadro 2 -Técnicas de Varrimento a Laser utilizadas no estudo do Património Cultural		
Varrimento Terrestre	<ul style="list-style-type: none"> • Cartografar e avaliar vastas zonas, incluindo zonas florestais que possuem uma baixa densidade de pontos. 	0.05+ (dependendo dos parâmetros estabelecidos para a avaliação / 100m-3500m
Varrimento Aéreo	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar autoestradas e linhas de comboio; • Modelos de cidades; • Avaliar a erosão costeira. 	10- 50mm / 100.- 200m,

Num estudo realizado por Steve Elkins, fundador da empresa *Under the LiDAR* (UTL), podemos constatar a importância da implementação do uso desta tecnologia. Esta pesquisa teve como objetivo comprovar a existência de ruínas na floresta de Honduras, mais concretamente as ruínas da Cidade Branca. O projeto teve início em 1993 contudo, devido às limitações tecnológicas da época, foi impossível explorar por completo a selva de Honduras (CyArk, Session 3: Under the LiDAR (UTL), 2013). A equipa de Steve Elkins tentou ainda uma abordagem via imagens de satélites, mas os resultados foram pouco satisfatórios muito devido à densa folhagem do território³⁴. Após 20 anos o projeto ganhou novo rumo devido à implementação do sistema de varrimento a laser aéreo. Como podemos comprovar nas imagens seguintes, este processo permitiu analisar por completo todo o território da selva de Honduras, retirando ainda toda a folhagem que impedia uma leitura mais cuidada da área (Vd. fig. 10 e 11).

³⁴ A cidade perdida de Ubar, também conhecida como a Atlântida das areias foi descoberta em 1991 pelo arqueólogo Juris Zarins e a sua equipa. Esta descoberta deveu-se muito à utilização de satélites da NASA (Zarins, 1992).

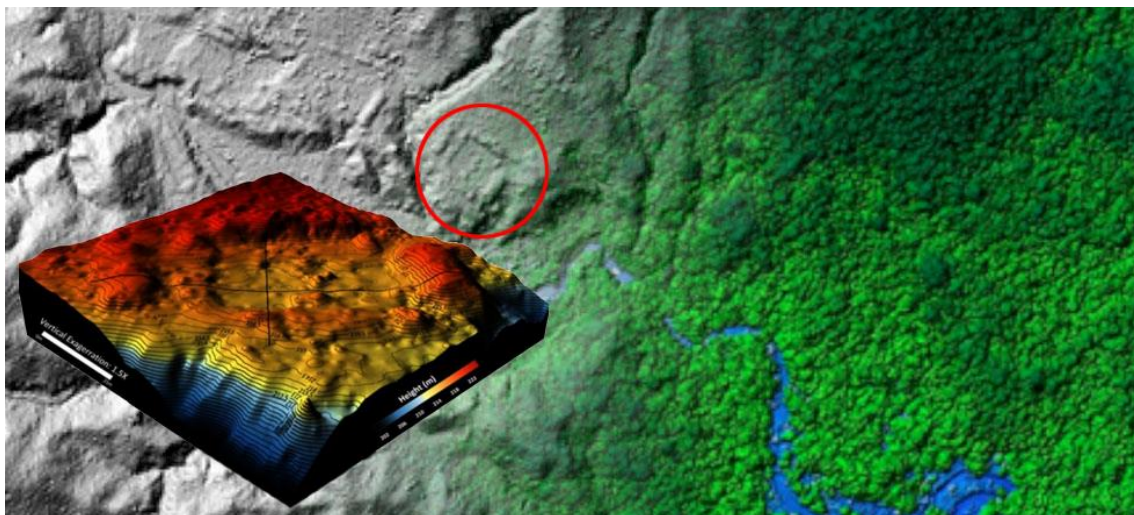


Figura 10 - Mapa da selva de Honduras realizado a partir do sistema de varrimento a laser aéreo

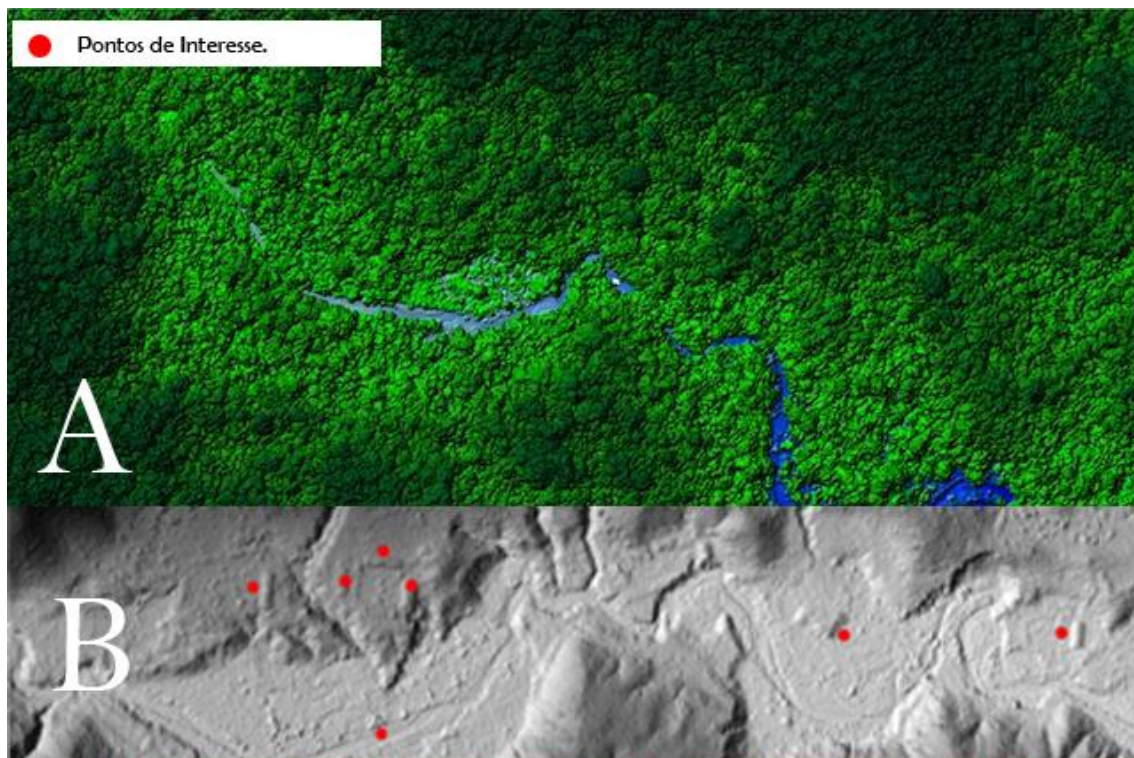


Figura 11-Pontos de interesse arqueológico na zona de Honduras.

Na figura 10 podemos ver o realce a um dos pontos de interesse arqueológico obtidos através da utilização do sistema de varrimento aéreo. O *Airborne Lidar* permitiu a análise completa da área revelando assim infraestruturas que estavam escondidas na floresta de Honduras. A partir destes dados podemos reconstituir pela via digital todo o local sem interagirmos diretamente com ele. A figura 11 por sua vez demonstra uma das possíveis aplicações do sistema do *Airborne Lidar*. No ponto A temos uma das primeiras

imagens obtidas pela ferramenta demonstrando a zona florestal e o rio. De modo a termos uma percepção clara do terreno é necessário excluirmos toda a zona florestal. O sistema faz todo esse processo automaticamente, facilitando assim a leitura de toda a zona. O resultado final é então um mapa tridimensional em escalas de cinza, revelando várias zonas de interesse arqueológico.

Em suma, a utilização de novos meios tecnológicos no trabalho de campo tem permitido aos investigadores acelerar todo o processo de análise, encurtando o prazo de realização dos trabalhos para apenas dias. Honduras é um dos muitos casos de êxito que temos tido nos últimos anos, afirmando assim o sucesso do uso do varrimento a laser.

Resta-nos salientar que o custo deste tipo de ferramentas poderá chegar aos milhares de euros, revelando ser um sistema ainda com custos elevados.

C. Digitalizador BRDF – Bidirection Reflectance Distribution Function

A tecnologia BRDF (Vd. fig. 12) é atualmente o instrumento que possui custos mais elevados na área de reconstituição digital. Este equipamento é único no aspeto em que capta a realidade tendo em conta um dos fatores mais importantes, o comportamento da luz quando incide na superfície do objeto. Assim sendo, este conceito funciona sob o seguinte princípio:

Luz que incide na superfície = luz refletida + luz absorvida + luz transmitida

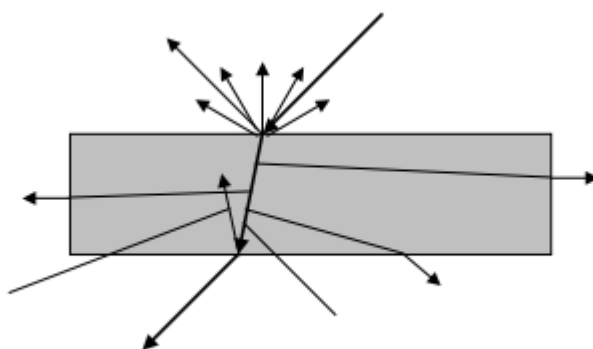


Figura 12- Comportamento da luz.

A partir deste esquema podemos retirar as seguintes conclusões: quando a luz entra em contacto com um objeto ocorrem três tipos de comportamento, reflexão

da luz, absorção da luz e transmissão da luz. Isto é, todo o comportamento que ocorre desde que a luz é projetada até ao contacto com o objeto em questão. A tecnologia que opera sob a função de BRDF descreve o quanto a luz é transmitida, sendo bastante útil no que toca à reconstituição digital. Um dos exemplos que demonstra o quão importante é a presença deste conceito é precisamente na fase de modelação dos objetos. Se um programa de modelação não possuir esta função, fará com que os objetos não interpretem a luz projetada pelo utilizador, fazendo com que esta passe pelo objeto. Quando tentamos fazer uma abordagem foto-realista a determinado trabalho temos de ter este processo em conta. Se não for possível utilizar estes dispositivos podemos ainda trabalhar manualmente com esta função dentro de um vasto número de programas de modelação, o que nos leva a limitar ainda mais a sua escolha.

Para além dos elevados custos (podendo chegar até 1 milhão de euros) os dispositivos BRDF não são aptos para trabalho de campo, adequando-se apenas a estudos em laboratório, permitindo apenas a análise de objetos em pequenas escalas.

D. Laser e Fotografia

Este processo implica a junção dos métodos anteriores relacionados com a fotografia e o varrimento a laser. Como sabemos, a fotografia possui uma resolução mais elevada que a tecnologia a laser, por sua vez o laser consegue ser mais preciso em termos de medidas e não é afetado pelo reflexo da luz e pelos objetos translúcidos como acontece na fotogrametria. Assim sendo, a combinação das duas tecnologias permite resultados ainda mais realistas, possibilitando assim uma reprodução mais exata dos objetos (Vd. fig. 13). Este tipo de tecnologia ainda se encontra em fase experimental, sendo que os seus custos possam ser um pouco mais elevados em relação à utilização de fotogrametria e varrimento a laser (Mathews, 2013).

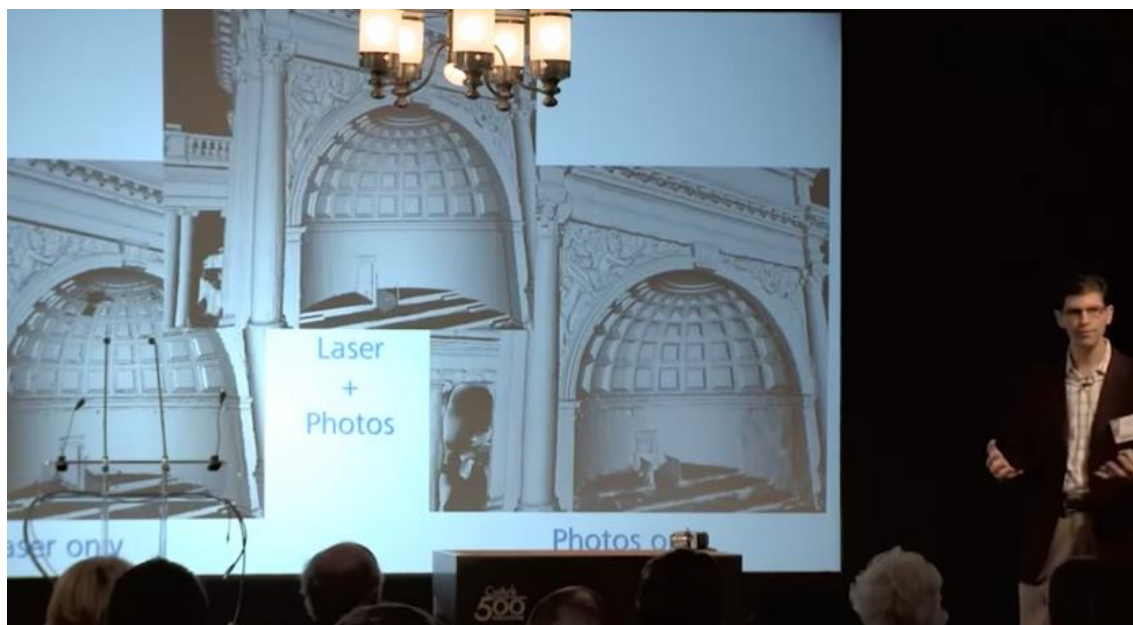


Figura 13- Combinação da fotografia com a tecnologia laser. Apresentação de Brian Mathews. Cyark. 2013.³⁵

Em suma, o que podemos retirar desta tecnologia é a possibilidade de captar objetos utilizando um processo mais realista, isto é, documentar automaticamente as texturas a partir da utilização da fotografia e em simultâneo obter dados relativos a medidas, materiais de construção, problemas construtivos, etc.

Os meios aqui apresentados foram apenas alguns dos exemplos mais utilizados atualmente. Desde processos de varrimento até ao uso da fotogrametria, os processos de reconstituição digital têm evoluído a uma taxa bastante elevada, trazendo consigo novas forma de ver, estudar e interagir com o património cultural. Fiquemos presentes com a ideia de que em 1991 seriam precisos anos para analisar todo o território de Honduras e atualmente todo esse trabalho foi executado em apenas dias (Elkins, Diaz, & Fisher, 2013).

³⁵ Optamos pelo uso desta imagem pois não foi possível demonstrar um melhor exemplo sobre a combinação da fotografia com a tecnologia a laser.

III. Modelação Digital

Já tivemos a oportunidade de abordar as várias técnicas utilizadas para a captação da realidade. Este ponto tem como objetivo demonstrar alguns programas informáticos e procedimentos necessários para a reconstituição 3D. A modelação digital consiste na leitura, análise e na maioria dos casos na modificação dos dados obtidos de modo a que o utilizador possa interagir com o objeto da maneira que o mesmo pretende, isto é, modificar o objeto captado anteriormente de modo a servir o objetivo do trabalho que está a executar.

Tal como as técnicas de captação digital, aqui o utilizador pode optar pelo programa informático que mais lhe convém, dependendo na maioria das vezes do trabalho que pretende executar. A CyArk por exemplo utiliza como base para muitos dos seus projetos os programas disponibilizados pela empresa Autodesk™, passando então pelo uso do CAD para a composição de plantas e alçados dos edifícios³⁶. No entanto, existe uma outra variedade de programas informáticos destinados à modelação de objetos em menor escala como é o caso da Autodesk 123™, Arc3D™, MeshLab™, entre outros³⁷.

Tivemos a oportunidade de utilizar o Autodesk 123™, tendo como exemplo uma estatueta de Santiago de Compostela, já apresentada como exemplo anteriormente. Neste processo, utilizámos o método de fotogrametria a partir de uma máquina fotográfica compacta: depois de tirarmos um total de 30 fotografias, procedemos à digitalização dos dados e a partir daí o programa agiu automaticamente. Após um tempo de espera máximo de 5 minutos obtivemos o nosso modelo em tridimensional (Vd. fig. 14).

³⁶ Temos de ter em conta que a CyArk é uma organização que se foca essencialmente em projetos de património arquitetónico.

³⁷ Neste ponto iremos abordar essencialmente os programas informáticos testados por nós de modo a não entrarmos em descrições demasiado exaustivas.

A partir daqui podemos modificar o objeto consoante a nossa necessidade, neste caso optamos apenas por limpar os pontos que não eram necessários (todo o plano de fundo que a máquina captou).



Figura 14- Processo de fotogrametria (A-G – fotografias retiradas da peça enquanto que a figura H é o modelo reconstituído digitalmente).

© Modelação por Ricardo M Dias. 27/03/14.

Como podemos observar na figura H a qualidade final do modelo permitiu reproduzir fielmente as medidas reais da estátua como também os detalhes em profundidade gravados na pedra. O modelo pode ser reproduzido via internet a partir do *website* que a própria empresa disponibiliza, mas deixaremos este ponto para o próximo capítulo³⁸.

Para além deste tipo de programa informático temos outros que possibilitam a modelação de objetos sem precisar de um modelo de raiz, isto é, podemos criar diretamente num espaço virtual um objeto novo sem precisarmos de uma referência. Todos temos conhecimento das particularidades do CADTM que opera sob o conceito de linhas e pontos de modo a elaborar plantas e alçados. É sob este mesmo conceito que o Google SketchupTM funciona, contudo aqui temos a possibilidade de realizar modelos em 3D e não apenas em duas dimensões como é o caso do CADTM.

Tal como todos os programas informáticos, o Sketchup apresenta as suas limitações, sendo que uma delas é precisamente a baixa contagem de polígonos e a ausência de materiais de construção, isto é, uma biblioteca digital extensa que ofereça vários tipos de texturas para a construção de modelos tridimensionais. Isto obriga-nos a utilizar programas exteriores de modo a fazermos uma reconstituição 3D³⁹. Porém, a simplicidade do sistema, o facto de ser gratuito e a forma intuitiva como apresentam todo o ambiente de trabalho faz com que o Sketchup seja uma opção primária na escolha de programas de modelação.

O LumionTM por sua vez é uma ferramenta informática de pós-modelação que se destina apenas à realização de modelos foto-realistas, isto é, o próprio programa não é capaz de realizar processos de modelação, apenas pode importar modelos a partir de uma vasta variedade de formatos de modo a aplicar processos capazes de transformar todo o modelo numa reconstituição foto-realista. Na imagem abaixo podemos observar o processo de evolução de um dos nossos modelos – o castelo de Vimioso (Vd. fig. 15).

³⁸ Consultar capítulo – Aprendizagem e Acesso. Programa Autodesk 123 disponível em: <http://www.123dapp.com/>

³⁹ Consultar capítulo – Método de reconstituição digital, quadro 3.



Figura 15- Processo de evolução do Castelo de Vimioso. A: Modelo sem texturas; B: Primeira fase de aplicação de texturas; C: Fase final da aplicação de texturas em profundidade.

Na imagem A temos o modelo do castelo de Vimioso sem a aplicação de texturas, já na imagem B procedemos ao uso da primeira fase de texturas geradas por nós a partir de um programa externo (no nosso caso utilizámos o Photoshop™ para este processo). Na imagem C temos então o modelo final realizado no Lumion. Um dos maiores problemas que encontramos na utilização do Lumion foi o fato de o mesmo não se adaptar bem à utilização de processos de iluminação. Como já referimos anteriormente, a utilização de BRDF é extremamente importante na reconstituição digital de modo a podermos elaborar modelos cada vez mais realistas. O Lumion não é capaz de fazer uma boa avaliação deste processo levando muitas vezes a que a luz transpusesse vários tipos de materiais, como o caso da pedra e da madeira. Outros programas de modelação lidam melhor com estas variantes da luz, porém podemos corrigir esta situação dentro do mesmo programa de forma manual, alterando os valores da luz artificial. O processo é um pouco mais demorado do que em outros programas, mas maximiza o processo de reconstituição, isto é, não teremos de recorrer a vários programas para elaborar uma só estrutura⁴⁰.

⁴⁰ Temos de ter em conta que as reconstituições digitais na vasta maioria são elaboradas com o auxílio de vários profissionais. O nosso projeto consiste na reconstituição de 2 castelos da raia do norte (Castelo de Vimioso e Monforte de Rio Livre) de modo a que tivemos de optar por uma linha mais célere de modelação. Isto não afeta no entanto o resultado final, pelo contrário serve para demonstrar o tempo necessário à realização de um projeto desta envergadura. Pretendemos no entanto melhorar os modelos no futuro, pois todos os dados serão documentados no nosso *website*.

A. O papel dos polígonos no processo de reconstituição digital

Tal como já tivemos a oportunidade de referir, são vários os fatores que podem influenciar diretamente o realismo dos objetos virtuais. Já abordamos o uso da fotografia, das texturas, da utilização da luz. Porém, falta-nos referenciar o elemento que consideramos mais relevante para a boa prática das reconstituições digitais, a contagem de polígonos. Os polígonos⁴¹ (Vd. fig. 16) são os elementos que compõem o objeto que pretendemos reconstituir. Assim sendo, quanto maior for o seu número mais rigorosa será a representação. Porém, ao aumentar a contagem de polígonos estamos a elevar em simultâneo os recursos gráficos utilizados pelo computador, o que levará em alguns casos a uma performance mais lenta por parte do sistema.

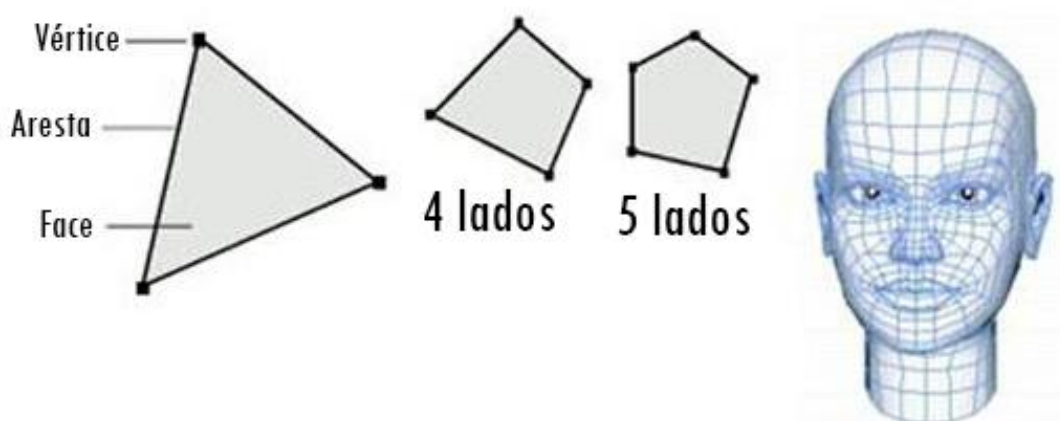


Figura 16- Definição de Polígonos.

Ao longo dos anos, os gráficos foram sendo cada vez mais aperfeiçoados afastando-se das faces simples com texturas (utilizados na maioria dos casos para simular edifícios recorrendo a uma contagem mínima de polígonos) e aproximando-se cada vez mais da contagem real dos objetos (Vd. fig. 17). Todavia esta evolução constante na qualidade gráfica dos modelos digitais levantou outra questão, a utilização elevada de recursos gráficos. De modo a podermos efetuar boas reconstituições sem aumentarmos drasticamente os

⁴¹ Os polígonos são um tipo de forma geométrica que podemos utilizar para construir modelos tridimensionais. Os polígonos são constituídos por 3 linhas ou mais (dependendo da forma que pretendemos criar), definidos por vértices e arestas. O interior do polígono é a chamada face que constitui a parte visível do objeto.

recursos utilizados pelo nosso computador doméstico termos de criar uma gestão de polígonos em função do objeto que pretendemos realizar.

No caso de reconstituições arquitetónicas podemos gerir esta contagem através da utilização equilibrada entre polígonos e texturas. Ao reconstituirmos um edifício utilizaremos um rigor técnico superior nos elementos que definem o edifício (ex.: fachadas, colunas, frisos, etc., etc.) e ao mesmo tempo reduziremos a aplicação dos polígonos em questões como as paredes, telhado, chão (ex.: em vez de modelarmos singularmente os blocos de granito que poderão constituir uma parede podemos criar a parede na sua totalidade e depois aplicar uma textura correspondente a este material, o que fará com que reduzamos a contagem de polígonos em cerca de 80%), etc.



Figura 17- Evolução gráfica com base na utilização de um maior número dos polígonos. Ex.: Videojogo da empresa Eidos/Squareenix. Tomb Raider.

IV. Aprendizagem e Acesso

Um dos maiores problemas que se tem levantado nos últimos anos é a forma como podemos armazenar os projetos elaborados e como é que estes podem contribuir num futuro próximo (Randall, 2013). Tal como já explicamos, o número elevado de processos de reconstituição digital obriga a que os programas tenham compatibilidade na maioria dos casos uns com os outros⁴². Porém, durante os últimos anos foi necessário facilitar a leitura destes ficheiros, algo que só ocorreu a 10 de Fevereiro de 2011 com a implementação geral da interface de *WEBGL*⁴³ (Parisi, 2012) . Esta aplicação possibilitou a leitura em rede de ficheiros em 3D sem precisarmos de instalar qualquer tipo de aplicativos adicionais.

Atualmente quase todos os *browsers* de internet estão equipados com esta tecnologia, à exceção do Internet Explorer da Microsoft. Por sua vez, as empresas que trabalham com este tipo de ficheiros, CyArk, Google⁴⁴, Heritage3D, 3D-COFORM (Vd. fig. 18), entre outros, conseguiram implementar bases para criar arquivos digitais em rede com o acesso instantâneo aos seus trabalhos, de modo a permitir uma visualização mais simples e concisa de todos os projetos, fornecendo igualmente dados sobre todos os passos realizados ao longo da reconstituição. Um dos arquivos mais completos atualmente é o da CyArk⁴⁵, contando com mais de 500 reconstituições arquitetónicas.

⁴² Com o uso da fotogrametria podemos verificar a sua compatibilidade com um vasto número de programas, devido às diferentes aproximações que podemos fazer ao uso desta técnica.

⁴³ WebGL – Web Graphics Library.

⁴⁴ No caso da Google temos a Warehouse em que podemos observar um vasto número de projetos das mais variadas áreas. Os nossos trabalhos serão exportados para este arquivo e em simultâneo para o nosso *website*.

<https://3dwarehouse.sketchup.com/?redirect>

⁴⁵ <http://archive.cyark.org/>

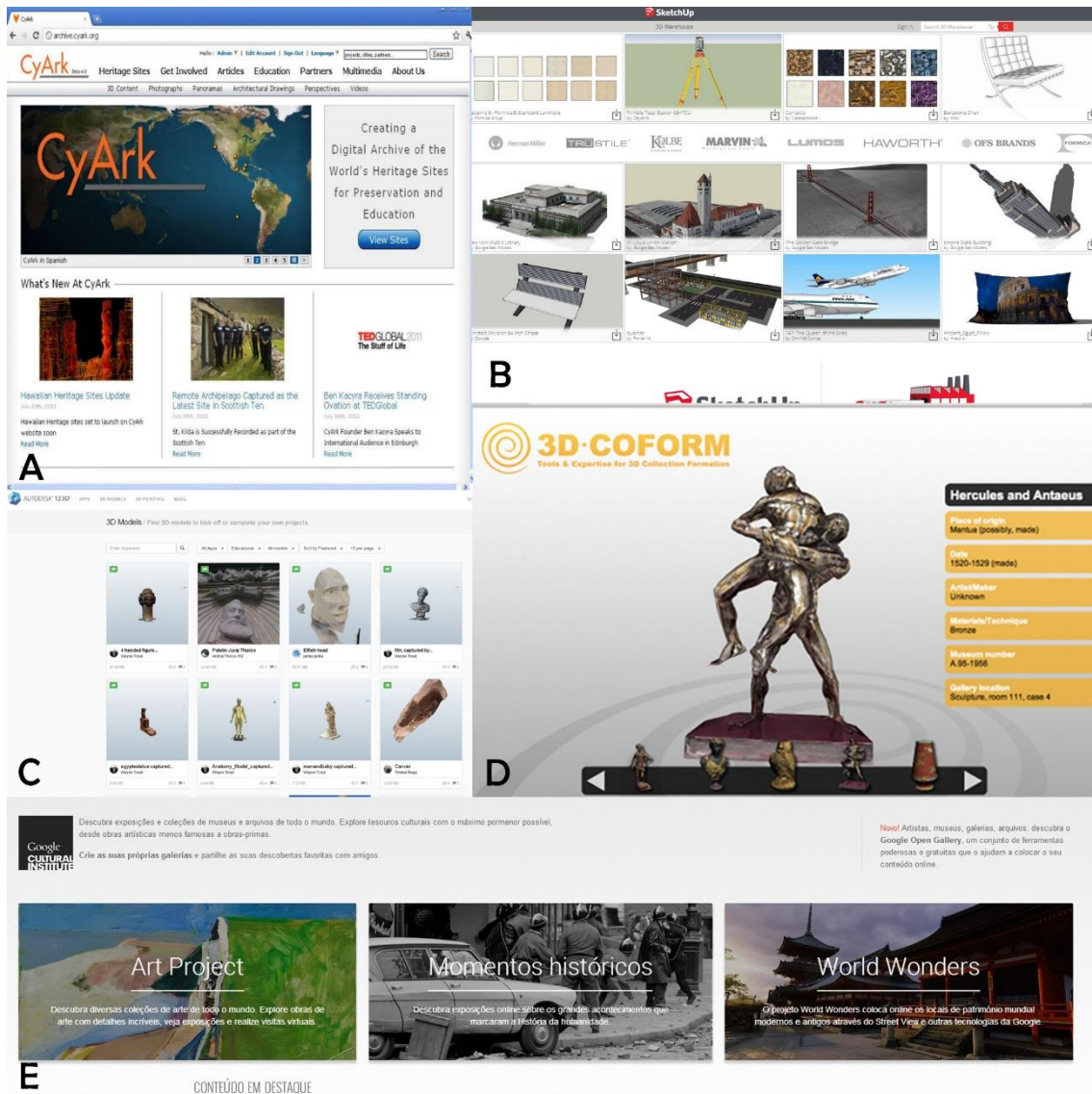


Figura 18- Arquivos de reconstituição digital. A: CyArk; B: Google Warehouse; C: Autodesk 123; D: 3D-COFORM; E: Google Cultural Institute.

Seguindo os princípios da London Charter, todas estas organizações implementaram protocolos que permitem a qualquer utilizador visualizar os processos, fontes e documentação utilizados em cada projeto de reconstituição digital, de modo a comprovar a veracidade dos modelos executados⁴⁶.

⁴⁶ Os arquivos digitais da Autodesk e Google Warehouse permitem a importação de qualquer tipo de objeto tridimensional, não se focando apenas em reconstituições com fins patrimoniais. Porém é a partir dos arquivos de ambas as empresas que podemos importar os modelos selecionados para outras bases de dados. Por sua vez, essas bases de dados podem selecionar os modelos que cumprem os princípios propostos pela London Charter.

A Google tem desenvolvido em parceria com vários institutos, universidades e outras organizações uma plataforma que permite criar exposições digitais, capazes de usufruir de todos os tipos de ficheiros, desde 3D, fotografias panorâmicas, ficheiros CAD, etc., etc. A plataforma cultural da Google está aberta ao público em geral, porém apenas a comunidade académica e outras organizações culturais é que têm usufruído em na totalidade desta plataforma. Esta iniciativa disponibiliza assim a possibilidade de criação de arquivos e exposições interativas de todo o género, desde exposições de arte, documentários, etc., etc.

Em suma, concluem-se assim os três pontos que referenciamos inicialmente – Captação, Modelação e Aprendizagem e acesso. Ambas as organizações têm encarado as novas tecnologias como um meio fulcral para a criação e divulgação de projetos. No entanto precisamos de ter consciência que este meio, por muito simples que seja de interagir não é conhecido por toda a comunidade, aliás até este momento o nosso objetivo foi demonstrar as potencialidades da reconstituição digital, algo que já estava a ser feito em 1973. Os projetos realizados em Portugal que envolvem esta vertente são escassos e na sua maioria não correspondem aos requisitos mínimos estabelecidos pelas organizações já referenciadas ou até mesmo pelos princípios da London Charter. O seguinte ponto será então fazer uma abordagem aos trabalhos elaborados em Portugal, tendo em conta o grau de rigor que cada um apresenta.

V. O Caso Nacional – A Reconstituição Digital em Portugal

A utilização das novas tecnologias nas áreas que estudam o património cultural em Portugal tem vindo a ser explorada apenas nos últimos 5 anos. Atualmente temos um número limitado de projetos digitais desenvolvidos no nosso país que dizem respeito ao património edificado e, na maioria dos casos, estes trabalhos não apresentam qualquer referência à Carta de Londres em comparação os trabalhos praticados no estrangeiro. A presença de trabalhos nacionais na CAA (Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology) é também quase inexistente, contando apenas com dois trabalhos um apresentado em 1989 e mais recentemente em 2005. O primeiro trabalho apresentado em 1989 por Daniel Arroyo-Bishop e Maria Teresa Lantada Zarzosa tinha como objetivo abordar a possível implementação do uso da tecnologia digital na área do património em alguns países do sul da Europa entre eles Portugal, Espanha e França (Arroyo-Bishop & Lantada Zarzosa, 1989). Ao contrário de Espanha e França que, ao longo destas últimas décadas foram adaptando e desenvolvendo o uso de ferramentas digitais na área do património, Portugal teve uma progressão mais lenta, quase inexistente. Os primeiros centros que adaptaram o uso destas ferramentas⁴⁷ foram a Escola Superior de Tecnologia em Tomar em função do programa de investigação europeu de Erasmus, o departamento de arqueologia da Universidade Lusíada e a Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa (Arroyo-Bishop & Lantada Zarzosa, 1989, p. 323).

O segundo artigo foi realizado em Portugal por parte do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação. O objetivo de trabalho foi criar um método de captação e armazenamento digital das gravuras situadas no Vale do Côa (Freitas, Abreu, Santos, Baptista, & Zilhão, 2005)⁴⁸. O projeto contou também com o apoio do IPA (Instituto Português da Arqueologia) e o CNART (Nacional Center for Rock Art).

⁴⁷ Segundo o artigo publicado na conferência CAA em 1989.

⁴⁸ [Http://www.fc.ul.pt/en/pagina/5865/2005](http://www.fc.ul.pt/en/pagina/5865/2005)

Um dos primeiros projetos realizados em Portugal surgiu precisamente no Porto, em 2005, tendo como tema de trabalho o Porto no Séc. XVI (Vd. fig. 19). Este projeto desenvolvido pelo CITAR (UCP) teve como objetivo modelizar a Sé do Porto e a sua zona envolvente. O trabalho final foi apresentado em formato de animação de vídeo (Afonso, 2005). Tendo em conta o ano que foi desenvolvido este projeto, podemos afirmar que o nível gráfico desta modelação é de alta qualidade, dando foco aos detalhes fundamentais da arquitetura da Sé do Porto, algo que é fundamental para uma boa prática de reconstituição 3D⁴⁹. Assim sendo, o projeto teve em conta o conceito *BRDF*⁵⁰, o aspeto dos elementos arquitetónicos (utilizando um número elevado de polígonos) e a textura dos materiais.

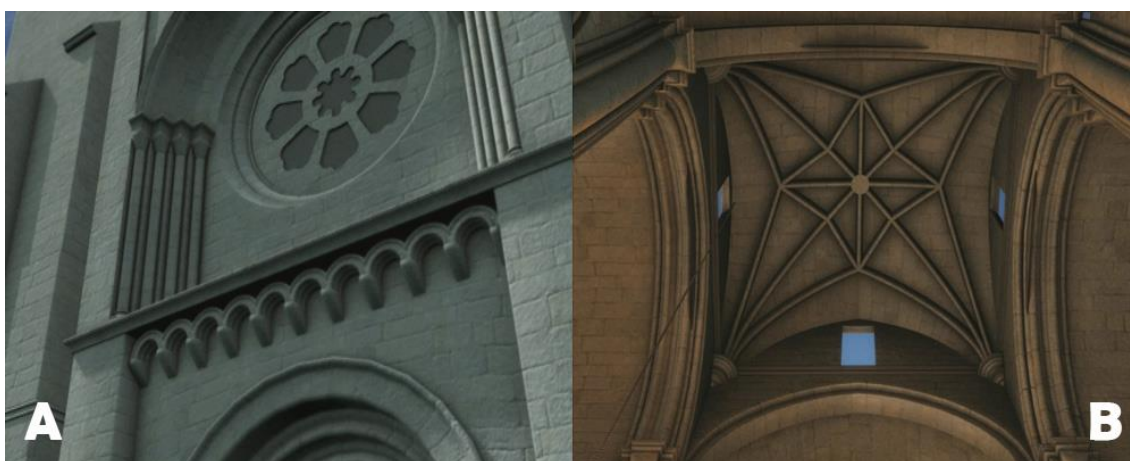


Figura 19- Exterior da Sé do Porto; B - Interior da Sé do Porto. Projeto de Leonor Botelho e José Afonso

⁴⁹ Sobre o projeto consultar: <http://artes.ucp.pt/citar/portoXVI/index.php>

⁵⁰ Consultar técnicas de captação digital.

O Côa 3D (Vd. fig. 20-A) foi um projeto desenvolvido em 2013 no âmbito do Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia da Universidade Aberta. Esta plataforma possibilita ao utilizador viajar no tempo até 25 mil anos atrás e explorar de forma livre todo o ambiente virtual 3D⁵¹, podendo observar as gravuras rupestres do Vale do Côa. Neste mundo virtual cada visitante é representado por um avatar, podendo optar por explorar o vale de forma individual ou através do modo multiutilizador (Pires, Fialho, Ferreira, Pacheco, & Cardoso, 2013)⁵². O trabalho realizado pelo arqueólogo Pedro Silva em 2013⁵³



Figura 20- A: Projeto Côa3D; B: Projeto Castro de Romaria.

seguir uma linha diferente dos projetos já referenciados. O objetivo do trabalho foi reconstituir digitalmente o Castro de Romariz (Vd. fig. 20-B) proporcionando simultaneamente uma plataforma que poderá ser utilizada para fins museológicos, de ensino, etc.⁵⁴ O conceito assemelha-se um pouco ao projeto do Côa 3D, porém o autor optou por reforçar a linha gráfica (aumento da contagem de polígonos), isto é, dando atenção aos detalhes arquitetónicos pela construção manual de cada elemento do cenário, tal como podemos observar no projeto da Sé do Porto de 2005.

As reconstituições virtuais da Bracara Augusta (Morais, 2012) e da cidade de Conimbriga⁵⁵ (Cidade Romana de Conimbriga em 3D, 2007) tiveram como finalidade o suporte de vídeo, apresentando uma resolução gráfica foto realista.

⁵¹ <https://www.youtube.com/watch?v=ORW6g91mJ3o>

⁵² O Côa 3D teve como origem um projeto académico criado no âmbito da unidade curricular de Sistemas de Informação e Internet do Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia da Universidade Aberta, Portugal, 2013, sob a orientação do Professor Doutor Vítor Cardoso.

⁵³ Mestrado em Estudos em Arqueologia: <http://coa3d.host-ed.me/>

⁵⁴ O projeto teve como objetivo a criação de uma plataforma de videojogo. Isto permite uma *performance* melhor em termos de gráficos e uma interceção superior com os objetos.

⁵⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=qEt-imnHJJ4> Consultado em 27/07/14.

Como podemos observar, existem vários meios de divulgação de projetos de reconstituição digital (Vd. fig. 21). Os projetos que têm como finalidade a criação de vídeos têm tendência a ser mais realistas ao passo que os projetos que têm como objetivo a criação de plataformas digitais possuem uma melhor interação com o utilizador. O motivo pelo qual as plataformas não optam pelo processo foto realista deve-se ao fato de ser um método que obriga a existência de requisitos mínimos, limitando o número de computadores. As plataformas criadas para serem utilizadas diretamente no *browser* possuem uma limitação gráfica ainda maior, pois dependem dos motores gráficos disponibilizados pelas empresas. Sendo assim, ao efetuarmos uma reconstituição digital temos de ter sempre em consideração a sua aplicação final, optando pelo meio que consiga garantir uma ótima resolução gráfica e uma melhor acessibilidade.

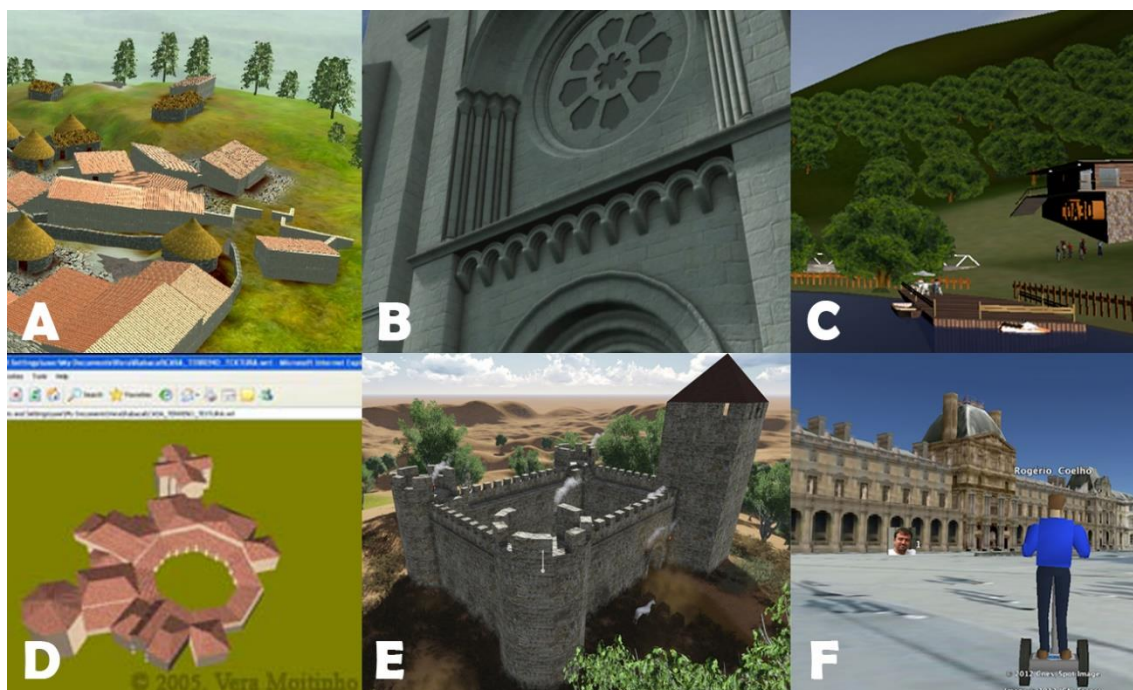


Figura 21- A: Plataforma de jogo - Castro de Romariz; B: Reconstituição da Sé do Porto em formato de vídeo; C: Plataforma Online do Côa3D; D: Modelo 3D online; E: Reconstituição do Castelo de Vimioso em suporte de Vídeo; F: Plataforma YoubeQ.

O trabalho realizado pelo engenheiro Manuel Duarte Ferreira em 2011 sobre o Castelo de Mogadouro. Este trabalho teve como objetivo reconstituir a antiga estrutura acastelada de Mogadouro do século XVI, a partir das gravuras realizadas por Duarte de Armas (Ferreira, 2011).

O projeto foi elaborado em CAD, sendo posteriormente submetido a um processo de render de modo a fornecer uma qualidade foto realista a toda a reconstituição. Esta reconstituição foi realizada tendo em conta o vocabulário arquitetónico militar da época, enriquecendo assim o modelo digital e conferindo-lhe um grau de fidelidade elevado (Vd. fig. 22)⁵⁶.



Figura 22 - Projeto Mogadouro 1509. A: Modelo tridimensional; B: Modelo final.

© Engenheiro Manuel Duarte Ferreira

⁵⁶ Sobre a reconstituição de Mogadouro consultar (Ferreira, 2011).

O projeto Lisboa Pré-terramoto teve como objetivo recriar virtualmente, a partir da plataforma virtual Second Life® a memória da cidade de Lisboa destruída pelo terramoto de 1 de Novembro de 1755⁵⁷. A partir de um levantamento e seleção exaustivos de fontes escritas e iconográficas existentes foi possível elaborar uma proposta de reconstituição da área sobre a qual incidiu o plano de reconstrução de Lisboa.

O objetivo principal passou pela recriação da cidade de Lisboa da primeira metade do século. XVIII nas suas dimensões urbanísticas, social e cultural (Vd. fig. 23).

A equipa responsável pela realização deste projeto reúne várias áreas: a História da Arte, engenharia e arquitetura.



Figura 23 - Projeto Lisboa Pré-Terramoto.

⁵⁷ Sobre o projeto Lisboa Pré-Terramoto consultar <http://lisbon-pre-1755-earthquake.org/sobre-o-projecto-pt/> (consultado em 18/09/14).

Capítulo II - Carta de Londres. Normas e princípios para a reconstituição e visualização digital do Património cultural.

A carta de Londres surge em função da necessidade em delinear princípios de apoio para propostas de reconstituição digital. Desse mesmo modo, achamos necessário traduzir para português o seguinte documento incentivando assim a sua utilização no panorama nacional.

A seguinte tradução foi elaborada a partir da versão 2.1 da Carta de Londres.

Prefácio

Objetivos

Princípios

Princípio 1: Implementação

Princípio 2: Objetivos e
Métodos

Princípio 3: Fontes de
Investigação

Princípio 4: Documentação

Princípio 5: Sustentabilidade

Princípio 6: Acesso

Glossário

PREÂMBULO

Atualmente, os métodos de visualização computadorizada estão a ser empregues em variadíssimos contextos ligados à investigação, divulgação e preservação do património cultural. Por essa razão é necessário elaborar um conjunto de princípios que assegurem o rigor intelectual e técnico, assim como a solidez metodológica, do trabalho de visualização do património cultural. Simultaneamente, tais princípios devem refletir as propriedades características tanto das tecnologias de visualização computadorizada, como dos seus métodos de trabalho.

Numerosos artigos, entre os quais “AHDS Guides to Good Practice for CAD” (2002) e “Virtual Reality” (2002), e iniciativas como o Virtual Archaeology Special Interest Group (VASIG) e a Cultural Virtual Reality Organisation (CVRO), entre outros, sublinharam a importância de garantir que os métodos de visualização computadorizada sejam aplicados com rigor científico, assim como que os seus resultados deem a entender aos utilizadores, de um modo preciso, o grau que representam – como, por exemplo, as diferenças entre facto e hipótese ou entre níveis distintos de probabilidade.

A Carta de Londres pretende fomentar e construir um consenso neste âmbito, e em problemáticas com ela relacionada, na medida em que exige um amplo reconhecimento por parte da comunidade científica e requer o seu cumprimento no seio dos grupos de trabalho. Neste sentido, a Carta procura melhorar o rigor usado nos métodos, e consequentemente nos resultados obtidos, com que a visualização computadorizada é utilizada e avaliada em contextos patrimoniais, promovendo ainda o entendimento e o reconhecimento desses mesmos métodos e resultados.

A Carta define princípios para o uso de métodos de visualização computadorizada no que toca à integridade intelectual, fidelidade, documentação, sustentabilidade e acesso.

A Carta reconhece que os métodos disponíveis de visualização computadorizada estão em constante evolução e que podem ser aplicados na resolução de um campo crescente de problemáticas de investigação. Porém, não pretende prescrever objetivos ou métodos específicos, mas sim estabelecer uma série de princípios gerais para o uso da visualização computadorizada no campo da investigação e divulgação do património cultural, cujos métodos e resultados dependem da integridade intelectual dos mesmos.

A Carta ocupa-se da investigação e divulgação do património cultural nos domínios académico, educativo, curatorial e comercial. Tem por isso relevância nos aspectos da indústria do entretenimento que envolvam a reconstrução ou evocação de património cultural, mas exclui o uso da visualização computadorizada, nomeadamente na arte contemporânea, na moda ou no design. Uma vez que os objetivos que motivam o uso dos métodos de visualização variam amplamente, o Princípio 1, “Implementação”, assinala a importância de definir orientações detalhadas e adequadas para cada grupo de trabalho.

OBJETIVOS

A Carta de Londres pretende estabelecer uma série de princípios para o uso dos métodos e dos resultados da visualização computadorizada no campo da investigação e divulgação do património cultural, com o objetivo de:

Proporcionar pontos de referência reconhecidos de forma generalizada pela comunidade científica;

Promover o rigor intelectual e técnico na visualização computadorizada do património;

Assegurar que os processos e os resultados das reconstituições digitais sejam corretamente compreendidos e avaliados pelos utilizadores;

Permitir que a visualização computadorizada do património contribua de forma cabal para o estudo, interpretação e gestão dos bens patrimoniais;

Assegurar que estratégias de acesso e sustentabilidade sejam delineadas e aplicadas;

Oferecer fundamentos sólidos sobre os quais a comunidade de especialistas possa elaborar Orientações para a Implementação da Carta de Londres.

PRINCÍPIOS

Princípio 1: Implementação

Os princípios da Carta de Londres são válidos quando a visualização computadorizada é aplicada na investigação e divulgação do património cultural.

- 1.1 Cada grupo de trabalho, seja académico, educativo, curatorial ou comercial, deverá desenvolver Orientações para a Implementação da Carta de Londres que congreguem os seus próprios propósitos, objetivos e métodos;
- 1.2 Todas as atividades de visualização computadorizada do património cultural deverão desenvolver e acompanhar a aplicação de uma estratégia de implementação da Carta de Londres;
- 1.3 Em ações colaborativas, todos os participantes cujo papel envolva direta ou indiretamente um contributo no processo de visualização, deverão estar sensibilizados para a Carta de Londres, assim como para as Orientações para a Implementação da Carta, valorizando as implicações que tais princípios assumem no planeamento, documentação e divulgação da totalidade do projeto;
- 1.4. Os custos de implementação destas estratégias deverão ter em conta o valor intelectual, explicativo e/ou económico acrescentado que resulta da produção de resultados demonstrativos de um alto nível de integridade intelectual.

Princípio 2: Objetivos e Métodos

O método utilizado na visualização computadorizada deverá ser usado quando é considerado o mais adequado em função do objetivo pretendido.

- 2.1 Não se deve presumir que a visualização computadorizada constitui o método mais apropriado na abordagem de todas as investigações ou objetivos de divulgação no âmbito do património cultural;
- 2.2 Deve ser realizada uma documentação sistemática e crítica da adequabilidade de cada método de visualização computadorizada, de modo a determinar qual o método mais apropriado e eficaz em cada caso;
- 2.3 Embora se reconheça que, particularmente no contexto de investigações inovadoras e complexas, nem sempre é possível determinar *a priori* o método mais apropriado ao nível das metodologias de visualização computadorizada (por exemplo, mais ou menos foto-realista, impressionista ou esquemático, com um baixo ou elevado nível de detalhe, representando as distintas hipóteses ou só os factos disponíveis, estático ou interativo, geral ou preciso...), ou a possibilidade de desenvolvimento de um novo método, a escolha do método de visualização computadorizada deverá fundamentar-se na avaliação do grau de sucesso em resposta a cada objetivo pretendido.

Princípio 3: Fontes de Investigação

De modo a assegurar a integridade intelectual dos métodos e resultados da visualização computadorizada, todas as fontes relevantes de investigação deverão ser identificadas e avaliadas de forma estruturada e documentada.

- 3.1 No contexto da Carta, as fontes de investigação são definidas como todo o tipo de informação, digital ou não digital, consideradas durante, ou influenciando diretamente, o processo de criação de resultados de visualização computadorizada;
- 3.2 As fontes de investigação deverão ser seleccionadas, analisadas e avaliadas em função do entendimento corrente e das melhores práticas dos grupos de trabalho.
- 3.3 Deverá ser dada particular atenção à forma como as fontes visuais poderão ser afetadas por factores ideológicos, históricos, sociais, religiosos ou estéticos, entre outros.

Princípio 4: Documentação

Deverá ser documentada e divulgada informação suficiente, de modo a permitir que os métodos e resultados da visualização computadorizada sejam compreendidos e avaliados em relação com os contextos e propósitos nos quais têm vindo a ser aplicados.

Melhoria das práticas de trabalho

- 4.1 Deverão ser definidas e apoiadas estratégias de documentação que possibilitem a promoção ativa do processo de visualização, fomentando e ajudando a estruturar uma prática cuidada e reflectida;
- 4.2 Deverão ser criadas estratégias de documentação que permitam a execução rigorosa de análises e avaliações comparativas das visualizações computadorizadas, facilitando o reconhecimento e descrição das questões que as atividades de visualização demonstram;
- 4.3 As estratégias documentais poderão auxiliar na gestão de Direitos de Propriedade Intelectual ou de informação privilegiada.

Documentação dos Direitos de Informação

- 4.4 Deverá ser claro para cada utilizador o que cada visualização computadorizada pretende representar. Por exemplo, o estado atual, um restauro evidente ou uma reconstrução hipotética de um bem ou sítio de património cultural, assim como o alcance e natureza de qualquer incerteza factual.

Documentação das Fontes de Investigação

- 4.5 Deverá ser divulgada uma lista completa das fontes utilizadas e sua proveniência.

Processo de Documentação (Paradados)

- 4.6 Deverá ser facultada toda a documentação relativa às decisões de carácter avaliativo, analítico, dedutivo, interpretativo e criativo tomadas durante o processo de visualização computadorizada, de modo a que possa ser plenamente compreendida a relação entre as fontes de investigação, conhecimento implícito, raciocínio explícito e resultados da reconstituição.

Documentação dos Métodos

- 4.7 O motivo da escolha de um determinado método de visualização computadorizada, e consequente rejeição de outros métodos, deve ser documentado e divulgado, de modo a facilitar a avaliação e a informar atividades futuras;
- 4.8 Nos casos em que os métodos de visualização não sejam totalmente compreendidos dentro dos vários grupos de trabalho, deverão ser elaboradas descrições detalhadas dos mesmos;
- 4.9 Na circunstância de os métodos de visualização computadorizada serem utilizados em contextos interdisciplinares que careçam de um conjunto comum de conhecimentos sobre a natureza das questões da investigação, metodologias e resultados, o projeto de documentação deverá ser implementado de forma a assistir na articulação do conhecimento implícito e na identificação das diferenças de léxico dos vários membros participantes, oriundos de diversas áreas científicas.

Documentação das Relações de Dependência

4.10 Os resultados da visualização computadorizada devem ser disseminados de forma a que os utilizadores possam identificar claramente a natureza e importância de significância, das relações hipotéticas de dependência entre elementos e do raciocínio por detrás das hipóteses estabelecidas.

Critérios e Formatos de Documentação

4.11 A documentação deve ser divulgada utilizando os meios de comunicação disponíveis mais apropriados, incluindo gráficos, textos, vídeos, áudio, numéricos ou até mesmo a combinação de todos estes recursos;

4.12 A documentação deve ser difundida de forma sustentável em relação aos critérios e ontologias apropriados, de acordo com as melhores práticas em cada comunidade científica, facilitando a sua indexação.

Princípio 5: Sustentabilidade

As estratégias deverão ser planeadas e implementadas de modo a assegurar a sustentabilidade a longo prazo da documentação e dos resultados dos modelos de visualização computadorizada do património, por forma a evitar perdas no campo crescente de herança intelectual, social, económica e cultural.

- 5.1 Deverão ser identificadas e implementadas as formas mais fiáveis e sustentáveis de arquivamento dos resultados, sejam eles analógicos ou digitais.
- 5.2 As estratégias de conservação digital deverão ajudar a preservar os dados das visualizações computadorizadas, substituindo os meios de armazenamento tradicionais e assegurando a sobrevivência de suficiente informação para uso futuro, por exemplo, através da migração para diferentes formatos ou programas compatíveis.
- 5.3 Uma vez que o arquivo digital não constitui a forma mais fiável de armazenamento a longo prazo dos resultados de uma visualização computadorizada, para evitar a ausência de dados é preferível o recurso a impressões de registos 2D, parciais, dos processos da visualização digital, evocando tanto quanto possível o alcance e propriedades do resultado original.
- 5.4 As estratégias de documentação deverão ser concebidas tendo em conta a sua sustentabilidade em relação aos recursos disponíveis e às práticas de trabalho dominantes.

Princípio 6: Acesso

A criação e divulgação da visualização computadorizada deverão ser executadas de modo a assegurar a obtenção do máximo de benefícios para o estudo, compreensão, interpretação, preservação e gestão do património cultural.

- 6.1 Os objetivos, métodos e divulgação dos planos de visualização computadorizada devem considerar a forma como tal trabalho pode melhorar o acesso ao património cultural, de outra forma inalcançável por razões económicas, políticas, ambientais, de saúde, segurança e mobilidade, ou porque o objeto se perdeu, está em risco ou disperso, foi destruído, restaurado ou reconstruído.
- 6.2 Os projetos deverão ter em consideração os tipos e graus de acesso que a visualização computadorizada pode proporcionar, de forma única, aos vários agentes ligados ao património cultural, incluindo a possibilidade de estudar as mudanças ocorridas ao longo do tempo, ampliações, modificações, manipulação de objetos virtuais, integração em bases de dados e imediata distribuição global.

APÊNDICE - Glossário

As seguintes definições explicam como são utilizados os termos ao longo do documento, não pretendendo ser prescritivas para além desta função.

Visualização computadorizada

Processo de representação de informação visual com o auxílio de tecnologias computadorizadas.

Método de visualização computadorizada

Aplicação sistemática, geralmente em contexto de investigação, da visualização computadorizada, por forma a atingir fins específicos.

Resultados da visualização computadorizada

Resultados da visualização computadorizada, incluindo mas não se limitando a modelos digitais, imagens fixas, animações ou modelos físicos.

Património cultural

A Carta de Londres adota uma definição ampla deste termo, abrangendo todos os domínios de atividade humana que se preocupam com a comunicação da cultura material e intelectual. Tais sectores incluem – mas não se restringem a – museus, galerias de arte, sítios de património, centros interpretativos, centros de investigação de património cultural, áreas de conhecimento de artes e humanidades em instituições de ensino superior, o âmbito educativo no sentido mais abrangente e o turismo.

Relação de dependência

A relação de dependência entre as propriedades dos elementos nos modelos digitais, sendo que a alteração de propriedade irá necessitar de alteração na propriedade dependente. (Por exemplo, a alteração na altura de uma porta implica a correspondente alteração na altura da moldura da mesma porta.)

Transparência intelectual

Informação facultada, apresentada em qualquer meio ou suporte, com vista a permitir aos utilizadores a compreensão da natureza e do alcance da “reivindicação de conhecimento” atingida pelos resultados da visualização computadorizada.

Paradados

Informação sobre processos humanos de compreensão e interpretação de dados. Exemplos de paradados incluem descrições armazenadas numa base de dados estruturada sobre a evidência do seu uso para interpretar um artefacto ou para comentar uma premissa metodológica numa publicação científica. Estão relacionados, mas de alguma forma diferem na ênfase, dos “metadados contextuais”, que tendem a comunicar interpretações de um artefacto ou coleção em vez do processo pelo qual um ou mais objetos foram processados ou interpretados.

Fontes de investigação

Toda a informação, digital ou não digital, tida em consideração durante, ou tendo influenciado diretamente, a visualização computadorizada.

Comunidade científica

Grupo de investigadores geralmente definidos por uma disciplina (por exemplo, Arqueologia, Estudos Clássicos, Sinologia, Egiptologia) e detentores de um entendimento partilhado e amplamente definido do que poderão constituir problemáticas, métodos e resultados válidos na sua área de conhecimento.

Estratégia de sustentabilidade

Estratégia delineada de modo a assegurar que um registo significativo dos processos e resultados da visualização computadorizada seja preservado a longo prazo.

Tradução portuguesa (segundo o Acordo Ortográfico de 1990)

BOTELHO, Maria Leonor (DCTP/Faculdade de Letras da Universidade do Porto e CEPESE-UP).

DIAS, Ricardo M. (MA Faculdade de Letras da Universidade do Porto).

1 de Setembro, 2014.

Tradução parcial e revisão de texto

ANDRADE MADEIRA, João.

Revisão científica

BOTELHO, Maria Leonor (DCTP/FLUP e CEPESE-UP).

MOITINHO DE ALMEIDA, Vera (STARC, The Cyprus Institute).

Texto original

DENARD, Hugh (ed.), King`s College London, 7 de Fevereiro, 2009.

Capítulo III – O estudo da Castelologia em Portugal

I. Estado da Arte

A Arte Românica em Portugal tem vindo a ser, desde os finais do século XIX, palco de uma enorme atenção por parte da comunidade académica. Maria Leonor Botelho, na sua Tese de Doutoramento (Botelho 2010), sintetiza os testemunhos dos vários autores, que se aventuraram numa das áreas mais problemáticas para a historiografia em Portugal, devido às enormes lacunas na informação e fontes. É através destes autores, que nos dias de hoje, temos acesso a uma leitura mais esclarecedora de tempos tão remotos, possibilitando assim novos caminhos na investigação do Românico em Portugal. O nosso estudo historiográfico inicia-se quase um século depois⁵⁸, com o trabalho de Damião Peres (Peres 1969), onde temos pela primeira vez (mesmo que de forma apologética) uma síntese de um vasto número de estruturas militares por todo o País, abordando não apenas a vertente mais historicista do tema, mas introduzindo também algum conteúdo arquitetónico das várias estruturas. Contudo, seria apenas com Carlos Alberto Ferreira de Almeida (1934-1996) que teríamos pela primeira vez um estudo aprofundado sobre a Castelologia medieval.

Até ao ano de 1220, Ferreira de Almeida inventariou 187 castelos, reconhecendo que este processo de inventariação estava longe de ser exaustivo, levantando até várias problemáticas, devido ao facto de muitos castelos pertencerem a uma cronologia distinta. Este trabalho seria continuado por Mário Jorge Barroca, mas já voltaremos a este assunto. Ao estudo da Castelologia, podemos complementar outro trabalho realizado por este autor (Almeida, 1971), que mesmo não incidindo diretamente na temática da Castelologia, fornece-nos dados cruciais para a compreensão dos materiais utilizados para a construção das mais variadas estruturas em cada região no Portugal Medieval.

Mário Jorge Barroca fez deste tema uma das suas áreas preferenciais de investigação, continuando o trabalho deixado por Carlos Alberto Ferreira de

⁵⁸ Para mais informação sobre a historiografia da Arquitetura Românica em Portugal, consultar: BOTELHO, Maria Leonor – *A Historiografia da Arquitetura da Época Românica em Portugal (1870-2010)*. Tese de Doutoramento no Ramo de Conhecimento em História da Arte. Faculdade de Letras. Universidade do Porto. Departamento de Ciências e Técnicas do Património. 2010.

Almeida. O autor revela as várias funções que o Castelo possuía, desde elemento de defesa do território, até instrumento de ordenação. Estas estruturas acasteladas representam assim um documento valioso no que toca à compreensão da mudança e evolução do reino até ao mapa atual. (Barroca 1990/91). Atualmente temos plena consciência que estas estruturas acasteladas sofreram alterações, conforme a mudança no clima militar e social. Desde o período em que Portugal estava ainda a conquistar a sua linha fronteiriça atual, assistimos a uma multiplicação massiva de castelos por todo o território, coincidindo com a fase da reconquista e o sistema de Civitates. Este sistema entraria em rutura no período de Fernando Magno (r. 1016-1065), com a introdução do sistema de Terras, originando na introdução dos primeiros modelos do Castelo Românico em Portugal. (Barroca, 2003).

Todavia, Mário Barroca oferece ainda outras publicações sobre regiões em particular, desde o Norte a Sul de Portugal. Para a nossa área de estudo, servimo-nos dos seus trabalhos sobre as fortificações no Norte de Portugal (Séc. IX e XI), na qual Barroca aborda a questão das origens das primeiras estruturas acasteladas⁵⁹, correlacionando este evento com o processo da Reconquista Cristã (Barroca, 2004). Continuando este trabalho, o autor dá a entender a importância do estudo das Reformas efetuadas por D. Dinis (r. 1261-1325) (Barroca, 1998). Esta linha temporal de inovações militares “termina” com o seu trabalho sobre a arquitetura militar portuguesa no período de D. Manuel I (r. 1495-1521). Aqui o autor foca-se no estudo da mudança radical na arte de praticar a guerra, devido à introdução da pirobalística, dividindo o seu estudo em dois períodos importantes: 1508-1510 – Pequenas inovações nas estruturas militares, nomeadamente para a adaptação do tiro de canhões e por último, 1510- em diante – com as inovações que viriam a dar origem à fortaleza moderna (Barroca, 2003).

⁵⁹ O autor faz esta análise em outras publicações, nomeadamente:

BARROCA, Mário - *Uma Paisagem com Castelos* – Departamento de Ciências e Técnicas do Património. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Barroca, Mário - *Do Castelo da Reconquista ao Castelo Românico* – Portvgalia. Nova série, Vol. XI-XII, 1990/91.

Ainda na mesma temática temos o estudo da arquitetura militar e dos testemunhos arquitetónicos no espaço da fronteira, desde Miranda do Douro (um dos nossos pontos de estudo) até ao Sabugal (Barroca, 2008-2009).

Uma das outras áreas de foco de Mário Jorge Barroca centra-se ao estudo da Ordem dos Templários. O seu trabalho forneceu algumas informações relativas à influência da Ordem na arquitetura Militar, nomeadamente para o estudo do Castelo de Penas Roias. (Barroca, 1996-1997)

Por último, ainda dentro dos trabalhos lançados por Mário Barroca, sentimos a necessidade de destacar dois trabalhos que virão a ser abordados posteriormente no capítulo de Duarte de Armas. Trata-se do estudo das medidas padrão da Idade Média (Barroca, 1992)(Vd. quadro. 3), fundamentais para a interpretação do documento de Armas. Mário Barroca explica a problemática atual da leitura das medidas em alguns documentos, nomeadamente o Livro das Fortalezas. A última obra, o dicionário de arqueologia portuguesa, revelou-se num autêntico instrumento gráfico para o apoio de reconstituições digitais. O autor compila todo o vocabulário (arquitetónico) conhecido até hoje, recorrendo muitas das vezes a ilustrações (Barroca, 2012).

Podemos dizer que as referências de estudo da Castelologia Militar Portuguesa são, pois, Carlos Alberto Ferreira de Almeida e Mário Jorge Barroca.

O trabalho de Luís Miguel Maldonado, em Castelos de Portugal – Retrato do seu perfil arquitetónico (1509-1949), oferece uma nova perspetiva perante o estado atual de conservação destas estruturas acasteladas. O autor compara as intervenções realizadas pela DGEMN no período que medeia entre a sua fundação (1928) e 1949 com o Séc. XVI – final da Idade Média em Portugal, correspondente ao desaparecimento do castelo perante a época moderna. Este trabalho pretende então dar a entender a verdadeira imagem desta estrutura perante aquilo que se desejou ser durante o Séc. XX. Maldonado aborda assim esta questão em dois momentos, dividindo o trabalho em “antes” e “depois” como indicamos anteriormente – Capítulo 1. A presença do Castelo na definição da Imagem do Território, ou seja o “antes” – Capítulo 2. A presença do Castelo na (re) definição da imagem do território, o “depois”. Este segundo capítulo será analisado posteriormente, devido á sua importância para a reconstituição digital,

isto é, face às alterações efetuadas pós Séc. XVI – Livro das Fortalezas, de modo a podermos comparar e analisar os critérios de restauro utilizados pela DGEMN em alguns dos Castelos. Face à problemática levantada no primeiro capítulo, utilizando como fonte de estudo o Livro das Fortalezas, o autor remete o seu estudo até ao período em que surgem os primeiros Castelos em território nacional. Este estudo conta essencialmente com a abordagem aos trabalhos de Mário Barroca e João Gouveia Monteiro. Curiosamente, Luís Miguel Maldonado não faz qualquer tipo de referência a Carlos Alberto Ferreira de Almeida, tendo sido ele um dos principais investigadores neste campo.

Quadro.3 – Medidas-Padrão Medievais Portuguesas⁶⁰.		
Unidade	Medida	Conversão (cm)
Palmo (p)	Unidade Base	22cm
Meio Côvado	1,5 Palmos	33cm
Meia Vara (+) ⁶¹	2,5 Palmos	55cm
Côvado/Alna	3 Palmos	66cm
Meia Braça	-----	92cm
Vara (b)	5 Palmos	110cm
Braça	-----	184cm

⁶⁰ Quadro realizado segundo (Barroca, Medidas-Padrão Medievais Portuguesas, 1992).

⁶¹ Duarte de Armas utiliza este símbolo para representar a medida – Meia Vara.

II. Duarte de Armas e o Livro das Fortalezas

A. Estado da Arte

O Livro das Fortalezas, um manuscrito do século início XVI elaborado por Duarte de Armas, representa nos dias de hoje uma das fontes iconográficas mais importantes para o estudo da Castelogia portuguesa, devido ao vasto número de castelos com as respetivas povoações nele representados. Como tal, este documento tem vindo a ser alvo de inúmeros estudos, não apenas para comprovar a sua fidelidade na representação das várias estruturas acasteladas, mas também (e isto mais recentemente), para reconstituir o que seria o modelo de Castelo dos finais da Idade Média em Portugal (Monteiro, 1999).

Como se sabe, o Livro das Fortalezas, está dividido em dois Códices – o Códice A, que está situado na BNL e o Códice B⁶², revelado por D. Manuel González Simancas (1885-1942), especialista em arqueologia Militar de Espanha.

Deve-se a D. Francisco de S. Luís a primeira descrição detalhada do códice A, embora segundo Manuel da Silva Castelo Branco cometendo algumas incorreções, mas atribuindo a partir deste ponto o novo nome ao documento, vindo-se a tornar no conhecido “Livro das Fortalezas” de Duarte de Armas.⁶³ Segundo Castelo Branco, foi a partir de oitocentos que o Livro das Fortalezas e a própria figura de Duarte de Armas começaram a ser objeto da atenção de vários investigadores⁶⁴, descobrindo uma fonte de estudo sem par (Branco, 2006, p. 3 e 4).⁶⁵ D. Francisco de S. Luís assim o afirma ao realçar a grande perícia do artista em retratar os vários castelos e povoados. Alfredo Pimenta demonstra o mesmo apreço que os autores já referidos ao afirmar:

Rico de informações arquitectónicas, topográficas, etnográficas, históricas e linguísticas, obra de arte pictural e obra de ciência positiva, o Livro das Fortalezas é um mundo que ainda não foi devidamente

⁶² Sobre o Códice A e B, consultar (Branco, 2006). Pg. 1-2.

⁶³ Obr. Cit. (Branco, 2006), pg.2, nota. 13 e pg. 3, nota. 20

⁶⁴ Trabalhos realizados por D. Francisco de S. Luís (1839), D. Manuel González Simancas (1910), Cristóvão Aires (1913), General João de Almeida (1943), Armando Cortesão e Alfredo Pimenta.

⁶⁵ Sobre os contributos realizados para o estudo do Livro das Fortalezas de Duarte de Armas, consultar a introdução de Manuel da Silva Castelo Branco. Capítulo I – História, Dimensão e Significado do “Livro das Fortalezas”. (obs. Bib. Not. 1)

*explorado... Com muita ou pouca perspetiva, com erros grandes ou sem eles no campo da perspetiva, não se pode contestar a beleza dos seus desenhos, o realismo e a minuciosidade que caracterizam o “processus” artístico de Duarte de Armas e que colocam a sua obra entre as grandes manifestações artísticas portuguesas daquela época... (Branco, 2006, p. 4).*⁶⁶

Castelo Branco não limita a sua investigação ao estudo da historiografia do Livro das Fortalezas, muito pelo contrário. Esta abordagem que temos vindo a fazer sobre os contributos dados ao Livro das Fortalezas durante estes dois últimos séculos fazem parte do seu primeiro ponto de cinco⁶⁷ – I- História, Dimensão e Significado do “Livro das Fortalezas”. Concluindo este capítulo, o autor faz algumas apreciações, as quais passamos a sumariar:

- I. O Livro das Fortalezas confirma a preocupação dos Reis D. João II e D. Manuel I em promover a defesa do nosso País face a Espanha;
- II. A obra de Duarte de Armas revela-nos o perfil de uma personagem possuidora de uma extraordinária habilidade para o desenho – instrumento nobre e difícil, segundo Francisco de Holanda;
- III. Esta obra é muito provavelmente a única fonte de representações gráficas de plantas de edifícios no nosso País. Certamente terão existido outros documentos, mas daquela época, só conhecemos esta fonte. As propostas de Duarte de Armas não representam apenas projetos em papel, referem-se pois a estruturas reais, existentes à época. Este trabalho representa também o fim de um momento na arte de construir castelos, pois, face ao perigo iminente da evolução da artilharia, estas estruturas acasteladas entrariam em processo de evolução, dando origem às fortalezas – adotando um sistema abaluartado e renegando a ideia de construções em altura.
- IV. Os desenhos de Duarte de Armas têm grande importância artística, arqueológica e cultural, pois o artista não se limitou apenas a representar as fortalezas mas também as povoações em que estas se

⁶⁶ Cit. Utilizada por Castelo BRANCO (Branco, 2006). Pg. 4.

⁶⁷ I - História, Dimensão e significado do “Livro das Fortalezas”; II - O autor e a sua obra – Elementos Inéditos para a biografia de Duarte de Armas; III – Análise descritiva do Códice em pergaminho do “Livro das Fortalezas”; IV – A Localização Temporal do “Livro das Fortalezas”; V – O Mundo do “Livro das Fortalezas”.

achavam integradas, dando-nos uma descrição pormenorizada da paisagem urbana.

Dentro dos próximos pontos, vamos referir apenas dois em função do nosso tema de trabalho. O ponto IV - A Localização Temporal do “Livro das Fortalezas” e o V- O Mundo do “Livro das Fortalezas”.

A atribuição do período de realização do Livro das Fortalezas nem sempre foi certo. Muitos estudiosos se debruçaram sobre este assunto, elaborando hipóteses⁶⁸ pouco claras e precisas (Branco, 2006, p. 15). Dentro da lista referida pelo autor, ficamos a conhecer as cronologias propostas, ao qual constatamos que de facto as datas seriam pouco imprecisas. Tendo como base esta lista, Castelo Branco segue a linha de pensamento deixada por Alfredo Pimenta⁶⁹ obtendo resultados positivos que permitiram fixar a data de ambos os exemplares do Livro das Fortalezas.⁷⁰

Em último, ainda dentro da obra de Manuel da Silva Castelo Branco, entramos no último tema – O Mundo do “Livro das Fortalezas”. O autor divide este capítulo em quatro pontos, analisando a figura de Armas, as vistas panorâmicas, a fidelidade dos desenhos e a reconstituição das fortalezas (Branco, 2006, p. 18 a 20).

Em 1999, João Gouveia Monteiro (Monteiro, 1999) estuda a pormenor os desenhos deixados por Duarte de Armas, analisando caso a caso cada elemento iconográfico inserido dentro dos debuxos. Neste capítulo, o autor divide o tema em oito pontos, de modo a inventariar e destacar as suas características formais e espaciais na transição da época medieval para a época moderna. No primeiro ponto – O traçado das muralhas -, Monteiro considera a configuração das

⁶⁸ Consultar capítulo IV – A Localização Temporal do “Livro das Fortalezas” (Branco, 2006, p. 15)

⁶⁹ A. Pimenta tentaria estabelecer uma data através das legendas inscritas por Duarte de Armas nas suas vistas panorâmicas, pois nelas estão presentes em muitos dos casos os nomes dos respectivos alcaides. O suposto resultado seria alcançado após se estabelecer o período de tempo durante o qual haviam ocupado o seu cargo. No entanto, o autor não conseguiu alcançar o resultado pretendido.

⁷⁰ Manual da Silva Castelo Branco afirma então: “Duarte de Armas percorreu de forma contínua a fronteira com Castela. Sendo assim, parece-me muito provável que todos os alcaides nomeados no Livro das Fortalezas estariam usufruindo os seus cargos.” O quadro proposto pelo autor mostra que isso só poderia ter acontecido entre finais de 1508 e princípios de 1510, portanto, no ano de 1509. (Branco, 2006, p. 16)

plantas, através da sua geometria e volumetria. Distingue as plantas entre “plantas extremamente irregulares ou recortadas” e “traçados de inspiração geométrica”. Dentro deste último grupo, o autor divide as plantas em seis categorias, ou seja: Traçado retangular, circular, semicircular, quadrangular, oval e por último trapeziforme. O ponto dois diz respeito à Torre de Menagem. Aqui Monteiro confirma a tendência pela planta quadrangular ou retangular das torres de menagem. O terceiro e quarto ponto abordam a questão das torres adossadas ao pano da muralha, os cubelos, as torres albarrãs e as couraças. Já no ponto quatro refere-se à análise das ameias, dos adarves e dos balcões com matacães. Os diversos tipos de porta são o tema abordado no sexto ponto, onde Gouveia Monteiro analisa os vários tipos de dispositivos de defesa que constituíam a porta. Os últimos pontos analisados por João Gouveia Monteiro dizem respeito às barbacãs e ao fosso, ou seja, elementos de reforço na defesa do Castelo.⁷¹

Um outro testemunho para o estudo deste documento iconográfico é o de Rita Gomes (Gomes, 2003). A autora elabora um trabalho exaustivo sobre várias estruturas acasteladas ao longo da linha raiana. No seu segundo volume, Gomes compõe um trabalho relativo à zona de Trás-os-Montes realizando um estudo sobre 12 casos em particular (Freixo de Espada à Cinta, Mogadouro, Penas Roias, Miranda do Douro, Algosó, Bragança, Vinhais, Aguiar da Pena, Monforte de Rio Livre, Santo Estevão da Veiga, Chaves e Montalegre). Dentro destes 12 casos de estudo, 10 estão representados no Livro das Fortalezas (à exceção do castelo de Algosó que está meramente presente numa das vistas). De modo a reconstituir o traçado dos Castelos Raianos, Rita Gomes serve-se essencialmente desta fonte iconográfica, utilizando ocasionalmente outras plantas já de séculos posteriores de modo a fazer uma comparação com o traçado atual das estruturas acasteladas.

Mário Barroca faz também uma abordagem a este tema quando elabora o seu estudo sobre as inovações militares ocorridas durante o reinado de D.

⁷¹ Esta questão é abordada por Maldonado de Vasconcelos Correia (Correia, 2011). Aqui o autor analisa a questão do castelo modelo Medieval em Portugal, servindo-se do trabalho de João Gouveia Monteiro, Rita Gomes (2001 e 2003) e ainda de Villena (1984) para construir um “perfil arquitetónico” dos castelos da linha raiana, presentes no Livro das Fortalezas de Duarte de Armas.

Manuel I (1495-1521) (Barroca, 2003). Barroca aponta a elaboração do Livro das Fortalezas para o final de uma primeira fase da adaptação das estruturas acasteladas à pirobalística, ou seja, adaptações menores que possibilitaram o uso de armas de fogo nos castelos.

Segundo Mário Barroca a encomenda do Livro das Fortalezas surge portanto como uma forma de elaborar um balanço arquitetónico das reformas já levadas a cargo nas estruturas acasteladas da raia portuguesa⁷². Nesta “primeira fase” descrita por Barroca, as inovações mais significativas (mesmo que ligeiras em termos de contramedida ao uso de armamento pirobalístico) passou pela introdução de troneiras⁷³ nos panos da muralha, torres e torres de menagem em alguns casos, construção de barbacãs extensas, barbacãs de porta e couraças. Por fim, destaca-se a atenção dada pelo autor a quatro fortificações em particular: Vimioso, Almeida, Alpalhão e Castro Marim. Esta particular atenção deve-se ao fato de estas estruturas acasteladas possuírem novas soluções arquitetónicas em função do novo panorama militar.

O trabalho realizado pelo engenheiro Manuel Duarte Ferreira⁷⁴ em 2011 (Ferreira, 2011) sobre o Castelo de Mogadouro fez com que se apresentassem novas bases que comprovassem a teoria de sobreposição de perspetivas, já discutida por Manuel da Silva Castelo Branco (Branco, 2006). O autor utilizou o seu modelo tridimensional do Castelo de Mogadouro como elemento gráfico de modo a simular as vistas impossíveis de Duarte de Armas, reforçando uma vez mais que a execução do Livro das Fortalezas teve como objetivo inventariar o estado das estruturas acasteladas.

⁷² Consultar (Barroca, Tempos de Resistência e de Inovação: a arquitectura militar Portuguesa no Reinado de D. Manuel I (1495-1521), 2003).

⁷³ No levantamento realizado por Mário Barroca, nem todos os castelos representados nos debuxos de Duarte de Armas apresentam esta adaptação. No Norte do Douro apenas 13 dos 20 castelos desenhados (65%) apresentam esta adaptação. Na região entre o Douro e Tejo, 11 das 13 estruturas acasteladas possuem troneiras (84,6%). Por fim na região a Sul do Tejo apenas se relata a presença de troneiras em 6 de 22 castelos (ou seja, 27,3%) (Barroca, 2003, p. 99)

⁷⁴ Sobre o processo de reconstituição utilizado por Manuel Duarte Ferreira consultar: (preencher depois com referência cruzada).

B. Técnica de recorte de Duarte de Armas

Durante muito tempo foi transmitido como dado adquirido que as vistas de Duarte de Armas teriam sido concebidas a partir de um só ponto. Porém, com os recentes estudos levados a cargo por Castelo Branco (Branco, 2006) começou-se a abrir caminho para uma nova reflexão sobre o assunto, ou seja, sobre a possibilidade das vistas serem concebidas incluindo várias perspetivas.

Em 2011, Manuel Duarte Ferreira (Ferreira, 2011) levantou novamente esta questão quando realizou o estudo sobre o castelo de Mogadouro. O autor comprovou esta teoria através da modificação do seu modelo tridimensional de modo a testar a compatibilidade com as vistas presentes no Livro das Fortalezas, código B e A⁷⁵ (Vd. fig. 24 e 25).

Todavia lançamos uma questão que achamos pertinente: Seria possível testar esta problemática sem recorrer ao uso de modelos tridimensionais?

Na realidade sim poderíamos, porém estaríamos constrangidos com vários problemas. O primeiro seria desde logo a questão da topografia. Os povoados foram-se alterando com a passagem do tempo. As panorâmicas presentes no Livro das Fortalezas foram elaboradas em locais que muito provavelmente já não existem e caso prevaleçam existirá sempre algum tipo de alteração no terreno e isto para não falar nos obstáculos visuais.

Outra solução seria utilizar um *drone* aéreo para captar fotografias que se aproximariam aos desenhos elaborados por Duarte de Armas. Porém, como sabemos, a aquisição deste equipamento requer alguns custos.

A utilização de modelos tridimensionais permite ao utilizador modificar e estudar o objeto da forma que lhe é conveniente. Os limites impostos pela fotografia e vídeo não são aqui impostos pois qualquer reconstituição tridimensional permite ao utilizador interagir com qualquer zona dentro do próprio modelo digital. Devemos contudo compreender que mesmo que um modelo tridimensional seja eficiente em termos de custos, a sua realização pode ser

⁷⁵ O autor comprova também a utilização desta técnica no código B.

demorada, dependendo sempre da magnitude do objeto, o que poderá não justificar em alguns projetos⁷⁶.

Como podemos observar, existem sempre prós e contras em qualquer abordagem.

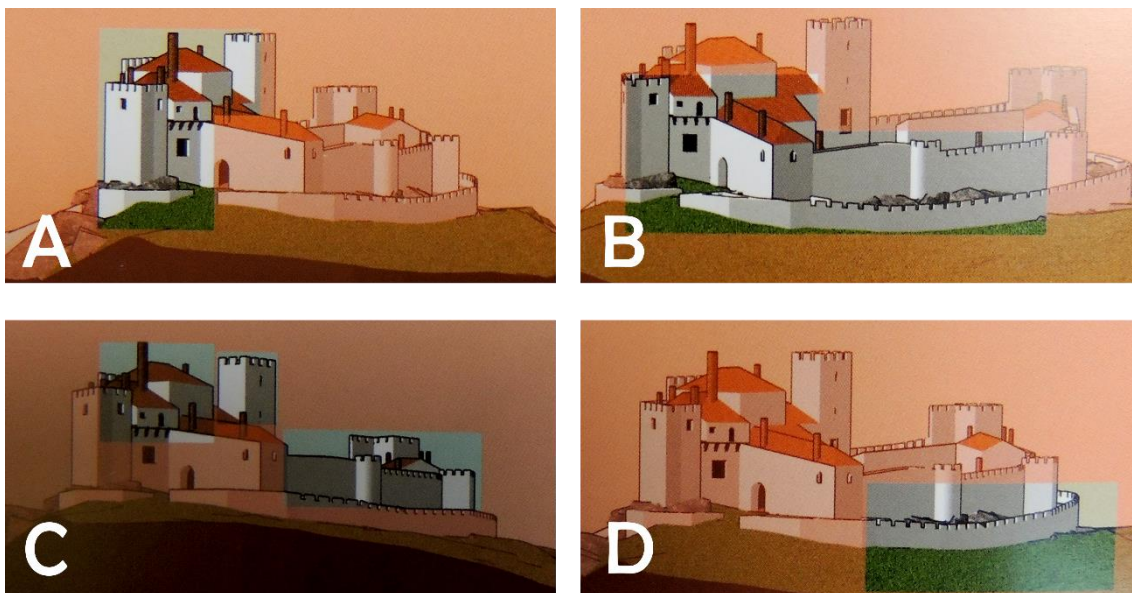


Figura 24 - Fotografias do modelo virtual que serviam de base à elaboração de uma imagem de síntese semelhante à vista leste (código B). A – 35° Leste de Norte; B – 35° Leste de Norte; C – 35° Leste de Norte; D – 54° Leste de Norte.

© Engenheiro Manuel Duarte Ferreira (Ferreira, 2011).

⁷⁶ Sobre técnicas de reconstituição digital consultar capítulo I – II.

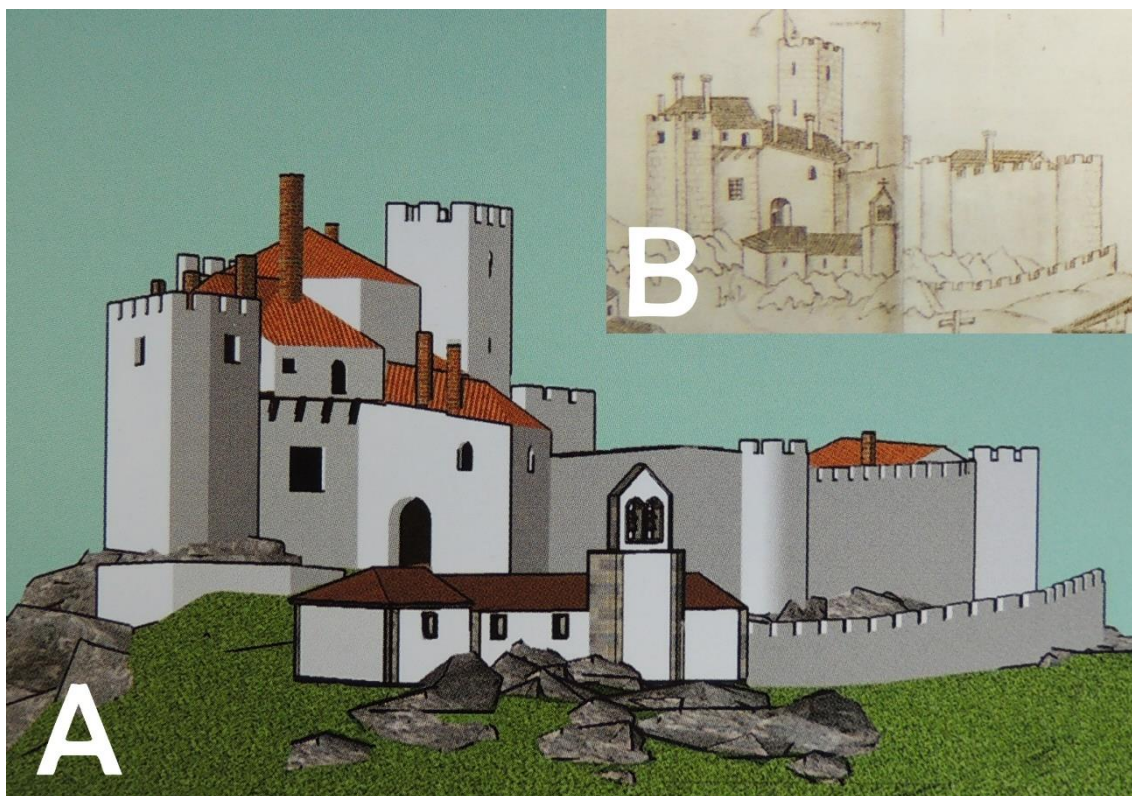


Figura 25 - Figura de síntese, criada à imagem da vista leste do código B, a partir da maqueta tridimensional.

© Engenheiro Manuel Duarte Ferreira (Ferreira, 2011).

Porém, a utilização de *software* de modelação para a realização deste tipo de trabalhos oferece uma maior longevidade, pois ao contrário dos dispositivos de captação digital que estão sempre ligados ao *hardware*, as ferramentas de modelação digital podem evoluir com o tempo sem precisarmos de trocar de imediato de computador pessoal (dependendo das especificações de cada computador)⁷⁷.

Mas, voltemos à técnica utilizada por Duarte de Armas. Manuel Duarte Ferreira elaborou esta abordagem apenas para o castelo de Mogadouro porém o autor alertava para a possibilidade de esta técnica estar presente nas restantes perspectivas. O nosso estudo veio a dar continuidade a esta questão, acrescentado assim as vistas panorâmicas de Vimioso e Monforte de Rio Livre⁷⁸.

⁷⁷ Sobre dispositivos de captação digital e ferramentas de modelação consultar capítulos: Técnicas de captação digital e modelação digital.

⁷⁸ No caso de estudo de cada respetivo castelo demonstraremos o processo de colagem, executado através dos modelos digitais.

É evidente o uso desta técnica por parte do artista quinhentista. A representação das várias estruturas acasteladas e povoações torna mais rica sem nunca apresentar transições bruscas nas perspetivas. Duarte de Armas conseguiu desta forma um melhor enquadramento em todas as estruturas, podendo conferir mais detalhes em cada panorâmica realizada.

Contudo, a utilização desta técnica em Duarte de Armas condicionou a modelação dos vários castelos, particularmente na articulação das suas secções. Ferreira demonstra também esta problemática:

*Obviamente, esta técnica, apesar das vantagens apontadas, acarreta também alguns custos. De facto, a colagem utilizada por Duarte de Armas implica ajustamentos na zona de ligação dos diversos componentes e a consequente distorção das imagens. Este engenhoso procedimento surge, contudo, sempre apoiado em critérios geométricos argutos, embora nem sempre fáceis de interpretar*⁷⁹ (Ferreira, 2011, p. 55).

⁷⁹ Sobre a técnica utilizada por Duarte de Armas consultar (Ferreira, 2011, p. 55).

C. A utilização do Livro das Fortalezas na Reconstituição digital

Como assinalámos anteriormente, o Livro das Fortalezas faculta-nos elementos muito pormenorizados de várias povoações fronteiriças e dos castelos que ali se achavam. Toda a obra manifesta-se como um documento de conteúdo gráfico sem par, onde podemos recolher informações úteis, quer seja do ponto de vista arquitetónico ou até mesmo cultural. O nosso objetivo é conseguir perceber até que ponto as plantas e vistas panorâmicas elaboradas por Duarte de Armas podem contribuir para a reconstituição tridimensional dos Castelos da linha Raiana, tendo como base os trabalhos dos autores anteriormente referidos (nomeadamente Manuel da Silva Castelo Branco e João Gouveia Monteiro). As observações que foram feitas ao documento nem sempre lhe foram favoráveis, algo que Castelo Branco evidencia (Branco, 2006, p. 18 e 19). Porém, o mesmo autor apresenta algumas problemáticas debatidas por outros autores sobre o assunto, demonstrando a fidelidade e exatidão dos debuxos de Duarte de Armas⁸⁰.

Através destes testemunhos apercebemo-nos mais claramente da fidelidade dos desenhos e o seu contributo arqueológico, todavia existe uma questão que ainda não está inteiramente explorada, a questão das medidas presentes nas plantas de Duarte de Armas. O método que o escudeiro real de D. Manuel I utilizava para executar as medições, passava pela utilização de uma corda, auxiliado sempre pelo seu criado.⁸¹ A partir deste processo Armas passaria então à elaboração das plantas, utilizando como cotas, duas unidades⁸²: a vara (1,10m ou 5 palmos) e o palmo (0,22m).⁸³ É frequente encontrarmos o sinal “+” em algumas medições (ex.: 16V+, num dos lados da

⁸⁰ Manuel da Silva Castelo Branco utiliza seis testemunhos de modo a apresentar algumas opiniões positivas acerca da fidelidade dos desenhos de Duarte de Armas. Ex: Armando Cortesão refere que os desenhos das várias fortalezas, ou pelo menos da maior parte, são notavelmente exatos e mostram como o seu autor trabalhava com consciência. Com efeito, numa visita que efetuou com sua mulher a Castro Laboreiro, a 19 de Agosto de 1957, verificou que, embora a torre de menagem e grande parte das muralhas tivessem caído em ruínas, o que restava correspondia inteiramente ao figurado nos desenhos, até nos pormenores. A fonte assinalada na vista Sul com a legenda *esta hua fonte muy booa era então desconhecida dos habitantes da aldeia mas, ao procura-la através de terrenos difíceis, acabaram por a encontrar... seca!...* (Branco, 2006, p. 18).

⁸¹ Sobre o processo utilizado por Duarte de Armas consultar (Branco, 2006, p. 19)

⁸² Consultar Quadro 3: Medidas-Padrão.

⁸³ Sobre as medidas padrão da Idade Média consultar (Barroca, Medidas-padrão medievais portuguesas, 1992)

muralha do Castelo de Monforte de Rio Livre); segundo Castelo Branco, Duarte de Armas esclarece este problema numa das legendas inscritas na planta de Vinhais: *estas duas tores tem de altura sete varas e mea 7V+*. Portanto, 16V+ será por extenso 16 varas e meia (Branco, 2006, p. 19).

Uma das maiores lacunas que podemos encontrar nos debuxos do Livro das Fortalezas está na sobreposição de vários pisos numa só planta, algo que é conseguido através do recurso a uma maior notação por parte do artista (ex.: na planta do Castelo de Vimioso as troneiras cruzetadas são desenhadas na planta, mas não há indicação em que piso se situavam) (Vd. fig. 26).

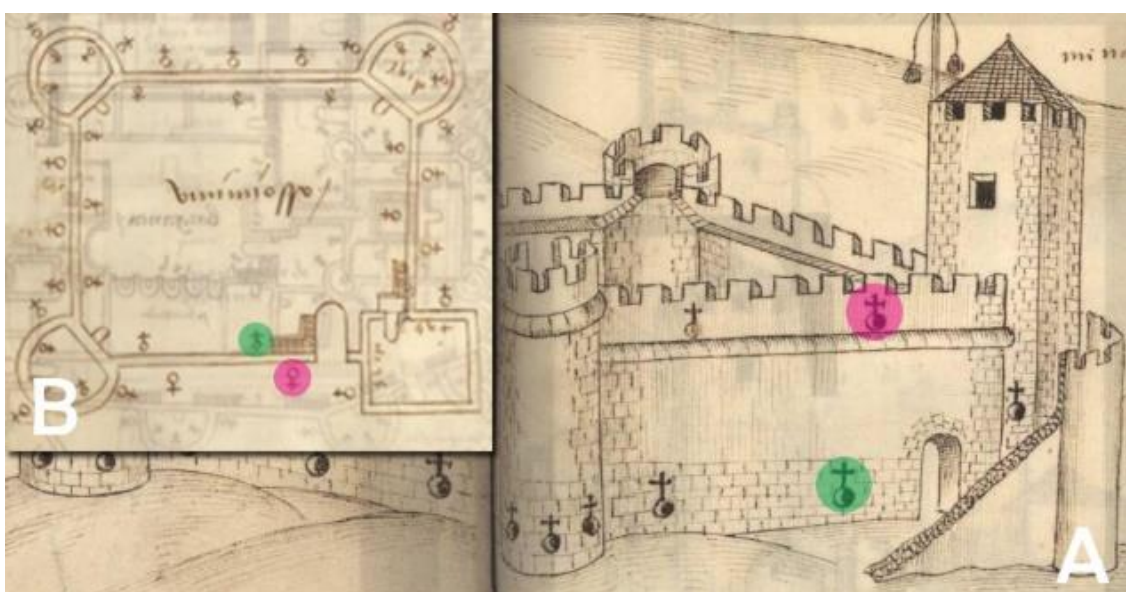


Figura 26 - Ilustração do método de leitura das troneiras presentes no Livro das Fortalezas. A: Vista Panorâmica do Castelo de Vimioso; B - Planta do Castelo de Vimioso.

© Ilustração por Ricardo M Dias.

Pode-se constatar o mesmo problema na leitura das portas. Numa primeira abordagem poderíamos afirmar que seria impossível distinguir a localização do piso das portas sem o auxílio das vistas panorâmicas contudo, Duarte de Armas deixa-nos algumas pistas sobre este assunto (Vd. fig. 27).

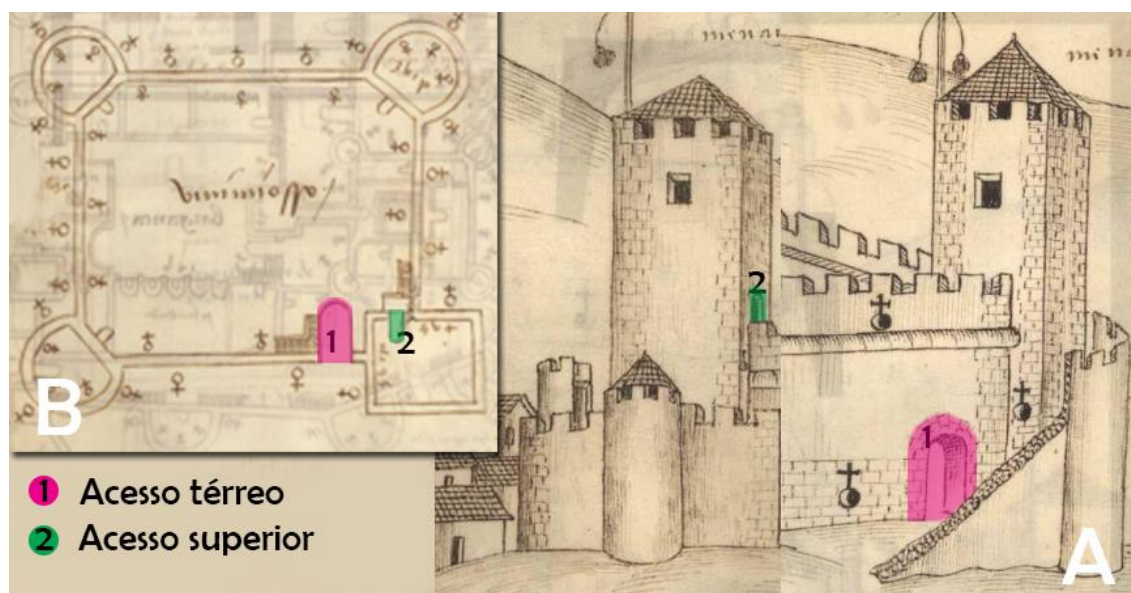


Figura 27 - Ilustração do método de leitura das portas presentes no Livro das Fortalezas. A: Vista Panorâmica do Castelo de Vimioso; B - Planta do Castelo de Vimioso.

© Ilustração por Ricardo M Dias

A questão das portas originou várias dúvidas, fazendo com que tivéssemos de elaborar uma comparação metódica de todas as plantas e vistas panorâmicas presentes no Livro das Fortalezas.

Duarte de Armas utilizava dois sistemas básicos para desenhar este elemento. Os acessos que estavam presentes no piso térreo eram concebidos em forma de um arco de volta perfeita sem base (Vd. fig. 27 - 1) como podemos ver na figura acima delineado em rosa. As portas que estavam situadas em pisos superiores ou seja, a nível do adarve, seriam desenhadas tendo uma base no arco de volta perfeita (Vd. fig. 27 - 2) visível a verde na ilustração referida acima.

O estudo do castelo de Vimioso revelou-nos ainda outros dois sistemas que nos alerta para a sua possível presença em outras plantas do Livro das Fortalezas (Vd. fig. 28).

As anotações de Duarte de Armas sugerem que o pano da muralha teria aproximadamente 4,40m por sua vez, os torreões teriam o dobro da altura ou seja, 8,80m. Porém as vistas demonstram as torres com uma altura pouco superior que a muralha em si. Isto levanta-nos duas questões. Será uma falha técnica por parte do artista, tendo em conta que este código foi elaborado muito depois do código B ou quererá dizer que na altura da elaboração dos desenhos,

os torreões não estariam ainda terminados? A couraça em frente do acesso ao recinto (Vd. fig. 27) demonstra de facto uma obra ainda por terminar, mas os torreões em si foram desenhados como terminados. Se seguirmos o conceito elaborado anteriormente sobre a posição das portas veremos que o acesso a estas secções deveria ser também efetuado ao nível do adarve. Contudo, as vistas demonstram áreas inacabadas em cada torreão (pois não seguem os elementos propostos na planta), reforçando assim cada vez mais esta teoria (Vd. fig. 28).

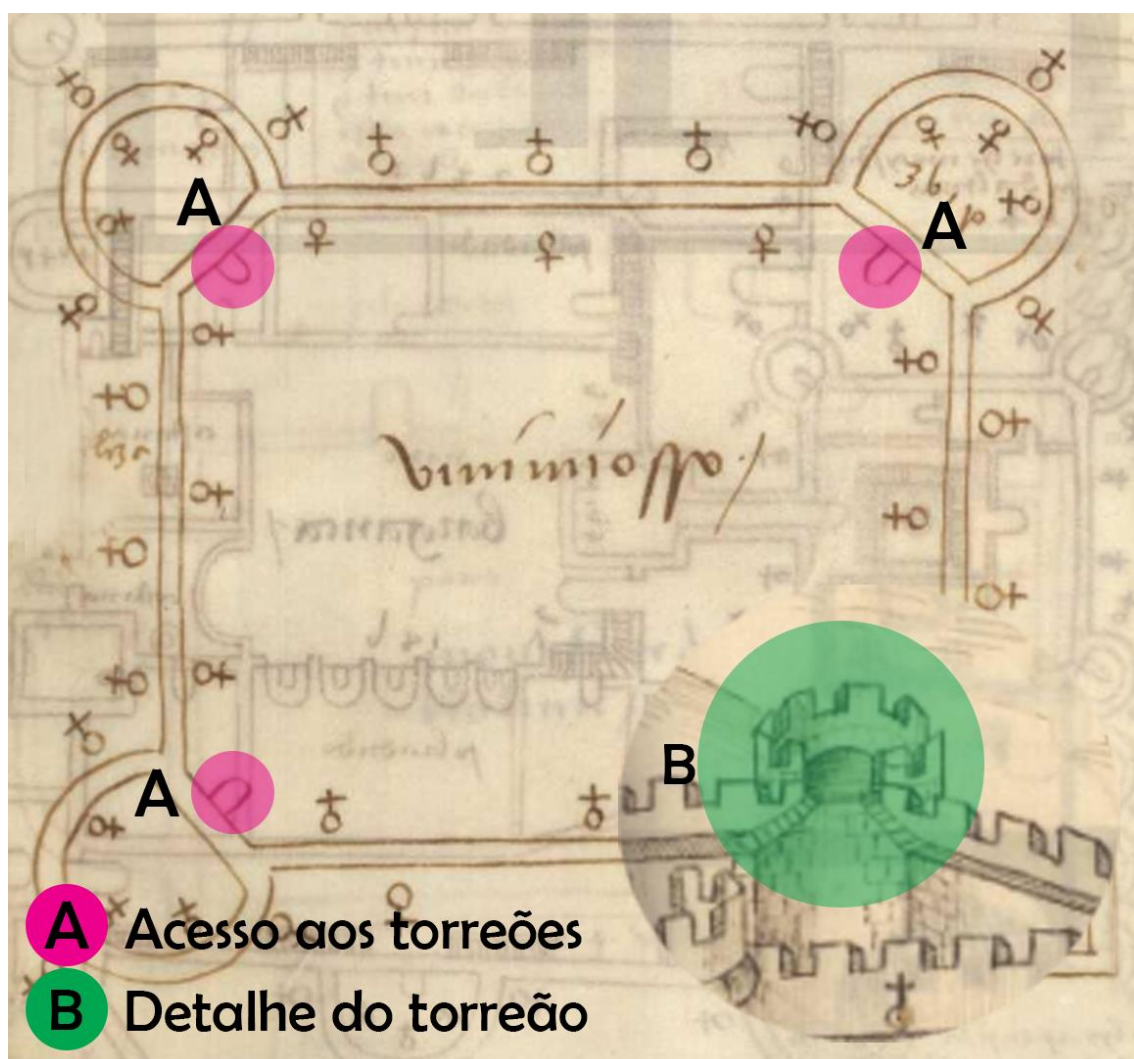


Figura 28 – Ilustração dos acessos aos torreões no castelo de Vimioso. A: Acesso aos torreões; B: Detalhe do torreão semicircular.

© Ilustração por Ricardo M Dias

Como podemos observar no detalhe do torreão (Vd. fig. 28 – B) existe um acesso efetuado através de escadas algo que Duarte de Armas não descreve na planta.

Todavia, tal como dissemos anteriormente, não podemos determinar ao certo a causa desta discrepância.

Por último, o pormenor que nos chamou mais a atenção foi o acesso à torre de menagem. O acesso estava desenhado de forma ambígua, pois o elemento figurativo em arco de volta perfeita não estava aberto nem assente em duas linhas perpendiculares como é habitual nas suas plantas (Vd. fig. 29).

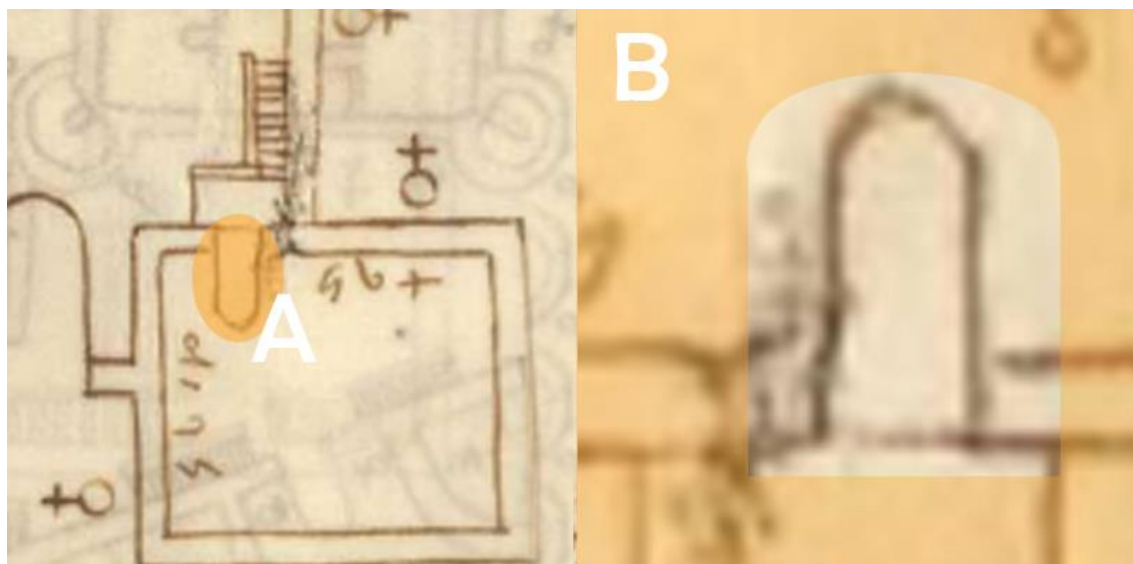


Figura 29 – Pormenor do acesso à torre de menagem do castelo de Vimioso. A: Detalhe do acesso e torre; B: Detalhe do acesso em grande plano.

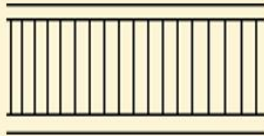
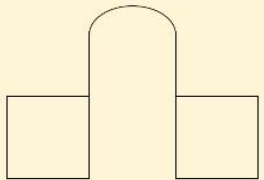
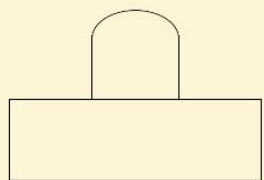
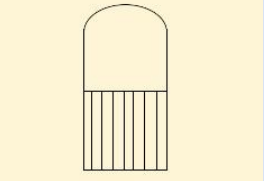
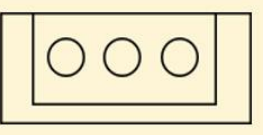
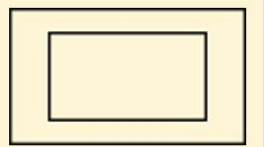
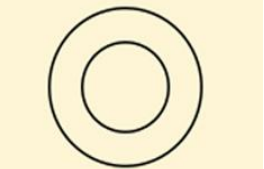
© Ilustração por Ricardo M Dias, 2014.

Na recente intervenção arqueológica desenvolvida por Carlos A. Brochado de Almeida (Almeida C. A., 2012), foi descoberta uma porta de entrada voltada para o interior do castelo e que junto a ela havia uma escada de acesso ao adarve onde se situava a segunda entrada para a torre (Almeida C. A., 2012, p. 146).

Como podemos observar, os elementos estão aqui presentes indicam que de facto existiam dois acesso à torre de menagem demonstrando a possibilidade desta estrutura ter sido na realidade uma torre senhorial de um período mais afastado (Barroca M. J., 1988).


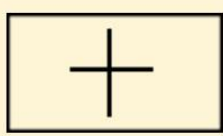




Concebemos o seguinte quadro que, julgamos, trará novas luzes sobre a interpretação dos desenhos do Livro das Fortalezas (Vd. quadro 4).

Quadro 4 - Descrição dos elementos presentes nas plantas e vistas do Livro das Fortalezas

Elemento Gráfico	Descrição	Exemplos
	Escadas de acesso a diversas zonas do castelo. Nas plantas de Duarte de Armas elas estão presentes em zonas perto das muralhas, torres e torre de Menagem.	Ex.: Todas as plantas presentes no Livro das Fortalezas.
	Porta térrea ⁸⁴ – Duarte de Armas representa as portas de acesso dos pisos térreos através de uma abertura continua.	Ex.: Todas as plantas presentes no Livro das Fortalezas.
	Porta superior – Estas portas representam acessos situados em pisos superiores. Este elemento é sempre representado através do preenchimento da zona inferior da porta.	Ex.: Todas as plantas presentes no Livro das Fortalezas.
	Porta com ponte – Representada na planta de Miranda do Douro, este acesso permitia a passagem do recinto castelo ao exterior, através de uma ponte levadiça em cima de um fosso.	Ex.: Planta de Miranda do Douro.
	Balcão com Matacões – Este elemento pode ser ligeiramente diferente, dependendo dos orifícios presentes nos balcões. Geralmente podemos contar com 2 e três orifícios.	Ex.: Planta do Castelo de Chaves, Freixo de Espada à Cinta, Vinhas, etc.
	Fonte – Presente em algumas estruturas acasteladas, a fonte pode ser representada através de dois retângulos e ainda com o interior preenchido por linhas cruzadas.	Ex.: Planta do Castelo de Vinhais, Castelo de Moura ⁸⁵ , etc.
	Poço – Geralmente este elemento está representado no recinto interior da muralha do castelo, porém pode-se encontrar dentro de outras estruturas, ex.: Torre de Menagem.	Ex.: Planta de Penas Roias, Miranda do Douro, etc.

⁸⁴ A sua leitura poderá ser ligeiramente diferente quando possui elementos arquitetónicos militares situados diretamente por cima desta (ex.: Castelo de Freixo de Espada à Cinta).

⁸⁵ Na planta do Castelo de Moura este elemento tem o interior preenchido com linhas cruzetadas, significando a presença de água.

	Troneira Cruzetada – Figuração de troneira cruzetada para representar os vários tipos de troneiras dispostas nos vários castelos ⁸⁶ .	Ex.: Planta do Castelo de Vimioso, Monforte de Rio Livre, etc.
	Altar – Este elemento está presente em algumas plantas do Livro das Fortalezas. Está representado sempre no lugar da capela-mor indicando ser a figuração de um altar.	Ex.: Planta do Castelo de Castelo Branco, Mourão, Mértola e Sabugal.
	Fosso – Presente no exterior da muralha das estruturas acasteladas. Em comparação às linhas cruzetadas sempre presentes em poços e fontes, esta figuração indica a presença de um fosso artificial.	Ex.: Planta do Castelo de Miranda do Douro
	Rochas – Representação de elementos naturais pétreos.	Ex.: Planta do Castelo de Penas Roias,
	Água – Representação que indica a presença de água em alguns elementos arquitetónicos.	Ex.: Planta do Castelo de Moura,
	Cachorros Escalonados – Figuração simplista de cachorros escalonados, geralmente situados em panos de muralha, torres e balcões com matacães.	Ex.: Vista (terminar quando tiver o acesso ao Livro das Fortalezas de novo).

⁸⁶ Quando a troneira se encontra representada no interior do pano da muralha ou torre significa que esta se situa ao nível do adarve ou pisos superiores dos torreões ou torre de menagem.

Os elementos visuais do quadro foram por nós delineados a partir dos desenhos originais de Duarte de Armas, recorrendo ao Photoshop, que nos permitiu redesenhar cada um dos elementos, melhorando assim não apenas a sua legibilidade como a qualidade gráfica (Vd. fig. 30). O processo em 300dpi⁸⁷ resultando numa imagem de alta resolução que poderá ser utilizada para outras situações futuras, sem nunca perder a qualidade.

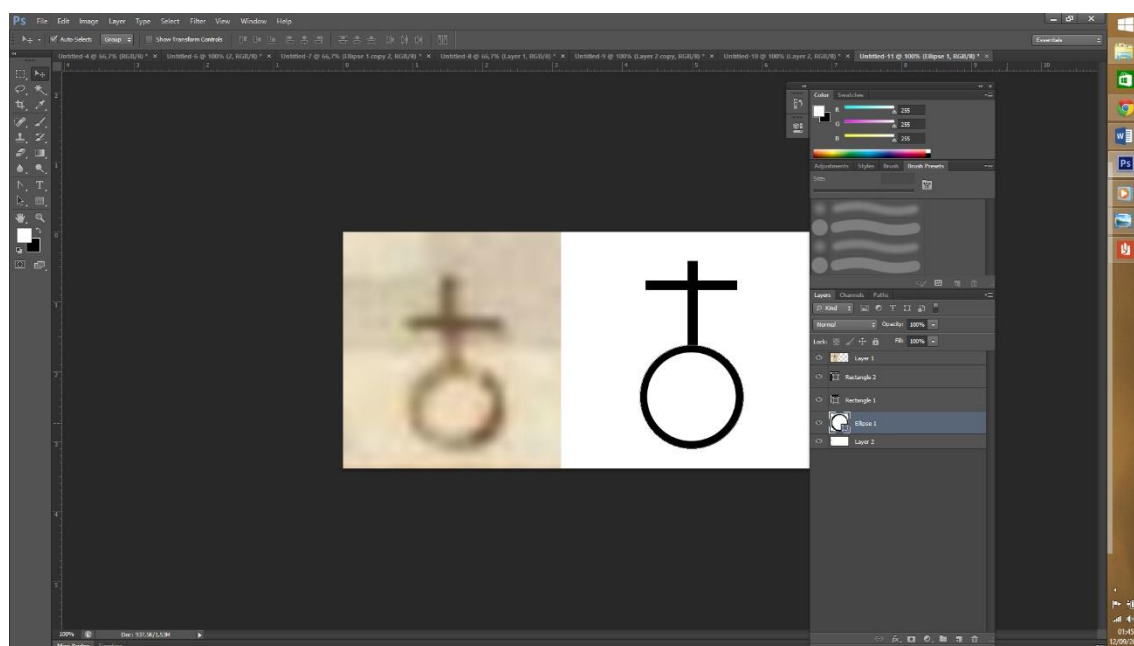


Figura 30 - Elaboração dos elementos presentes nos desenhos de Duarte de Armas através do Photoshop.

© Ilustração por Ricardo M Dias, 2014.

O motivo pelo qual optamos por elaborar este quadro deveu-se ao facto de que as anotações presentes no Livro das Fortalezas nem sempre se nos mostraram claras, preferindo uma abordagem mais gráfica, o que nos possibilitou por exemplo à identificação de uma segunda porta na torre de menagem de Vimioso.

Esta abordagem obrigou, no entanto, a uma aproximação contextualizada e alargada a todas as plantas e vistas do Livro das Fortalezas, de modo a

⁸⁷ Pontos por polegada.

certificarmos da clara objetividade de cada elemento e a comprovarmos o seu significado gráfico no documento produzido por Duarte de Armas.

Em relação às plantas podemos constatar que o escudeiro real de D. Manuel I utilizaria os mesmos processos de representação gráfica atuais, embora um pouco mais rudimentares. Em muitos dos casos, o artista estilizava as plantas conferindo-lhes uma tipologia específica, porém, o trabalho final não divergia muito da geometria original da planta, algo que é confirmado através da leitura das medidas fornecidas por Duarte de Armas.

Passaremos, agora, para um outro ponto antes de abordarmos a questão da utilização do Livro das Fortalezas como fonte iconográfica para possíveis propostas de reconstituição tridimensional: as vistas panorâmicas das várias povoações fronteiriças⁸⁸. Cada povoação teria ao seu dispor duas vistas panorâmicas, elaboradas a partir de locais bastante diferenciados entre si, geralmente elevados, de modo a criar um melhor enquadramento do conjunto. Segundo Castelo Branco, na maioria dos casos as vistas correspondem a bandas opostas, isto é, 180º (45 povoações seguem este esquema). Contudo, os restantes casos estão dispostos entre 90º (5), a 135º (4) e outro a 157º. No tocante às 3 cartas panorâmicas de Sintra (Vd. fig. 31), o autor revela que foram necessárias três vistas, devido ao número elevado de detalhe em toda a composição. C. Branco afirma também que estas perspetivas parecem ter sido retiradas de locais que ultrapassavam a linha fronteiriça.⁸⁹



Figura 31 – Vistas panorâmicas de Sintra. Livro das Fortalezas, fls. 118, 119 e 120, século XVI. Lisboa IAN/TT

⁸⁸ Estudo elaborado por Manuel da Silva Castelo Branco (Branco, 2006, p. 17).

⁸⁹ A leitura das vistas panorâmicas permite igualmente observar a representação de algumas fortalezas da raia castelhana e portuguesas. Ex.: No caso português - Algosó (Mogadouro, vista Oeste) e no caso espanhol – Monterrey (Monforte de Rio Livre, vista Nordeste). Para mais informação sobre as fortalezas presentes nas vistas panorâmicas de Duarte de Armas – Livro das Fortalezas consultar (Branco, 2006, p. 18).

Mesmo sendo as vistas retiradas de bandas opostas, apercebemo-nos que o artista sobrepunha constantemente vários campos de visão de modo a conseguir recolher o máximo de informação possível numa só perspetiva.

Estas vistas são enriquecidas pelo detalhe no pormenor dos edifícios, da cultura e da flora na região. Em muitos dos casos podemos facilmente apercebermo-nos do tipo de material de construção. No caso dos telhados dos edifícios podemos facilmente distinguir a pedra do colmo, porém torna-se mais complicado distinguir a telha da ardósia. Em relação à flora basta compararmos as informações fornecidas no código B. Neste primeiro o artista limitara-se apenas a anotar o arvoredado mas no A, Duarte de Armas faz questão de representar todos os elementos, requintando assim o seu trabalho.

Mas vamos passar ao ponto principal da nossa questão, o castelo. Seguindo as palavras de Manuel da Silva Castelo Branco:

Duarte de Armas não procura fotografar as povoações. Ele foi encarregado de vistoriar as fortalezas e de referenciar os seus elementos, que se encontravam em ruína ou em mau estado e necessitavam de obras. E tal objetivo conseguiu-o inteiramente e por forma invulgar. Uma construção não é só um conjunto de traços significativos, pois há que atender a muitos outros fatores, relativos à tecnologia e aos materiais utilizados. O Livro das Fortalezas dá-nos indicações preciosas mas insuficientes sobre estes e outros elementos (em especial, no tocante ao interior dos edifícios) pelo que uma tentativa de reconstituição terá de prever, igualmente, outros recursos e fontes (descrições coevas dos castelos, exploração das suas ruínas, etc., etc.) (Branco, 2006, p. 20).

O nosso estudo, porém, não passou apenas pela questão da fidelidade dos desenhos. Os trabalhos já realizados posteriormente pelos engenheiros Manuel Duarte Ferreira e Manuel da Silva Castelo Branco comprovam a autenticidade do Livro das Fortalezas de modo a que a única forma com que poderíamos contribuir para este estudo passaria por questionar o documento por outros meios.

D. Sobre os possíveis constrangimentos na utilização do Livro das Fortalezas.

Assumindo desde o princípio do nosso estudo que o documento de Duarte de Armas demonstra reproduções fidedignas das estruturas acasteladas ao longo da linha raiana levantamos as seguintes questões:

1. É possível reconstituir os castelos presentes no Livro das Fortalezas utilizando apenas o documento?
2. Se sim, então até que ponto podemos reconstituir os castelos do século XVI?
3. Na eventualidade de precisarmos de recorrer a fontes externas, qual será a melhor opção?

É precisamente com estas três questões em mente que elaborámos duas propostas de reconstituição - Castelo de Vimioso e Monforte de Rio Livre -, respondendo assim aos quesitos lançados previamente.

O processo de reconstituição de qualquer tipo de estrutura seja ela de âmbito militar, religioso ou civil necessita por parte do investigador, de um estudo prévio bastante minucioso. No caso da arquitetura militar, focamos toda a nossa atenção nos trabalhos realizados por Mário Barroca, Carlos Alberto Ferreira de Almeida, João Gouveia Monteiro, Luís Miguel Duarte, Rita Gomes de modo a realizar uma base de dados sólida sobre a arquitetura militar no século XVI.

O trabalho realizado recentemente por Jorge de Alarcão e Mário Barroca (Alarcão & Barroca, 2012) possibilitou-nos uma leitura gráfica mais concisa sobre os elementos arquitetónicos militares, algo que se refletiu em todas as propostas de reconstituição levadas a cargo. As descrições detalhadas sobre as muralhas (ameias, parapeito, adarve), tipos de seteiras e troneiras, torres, entre outros elementos, fez com que pudéssemos colmatar lacunas existentes nas anotações deixadas por Duarte de Armas, como seria o caso do Castelo de Monforte de Rio Livre⁹⁰, em que pudemos reconstituir todo o parapeito da muralha interior do castelo através das descrições elaboradas pelo autor (Alarcão & Barroca, 2012, p. 30).

O fator que afeta de imediato toda a proposta de reconstituição é a disposição da planta. Qualquer equívoco na sua elaboração fará com que o resultado final esteja longe do resultado pretendido. Tal como referimos anteriormente quando abordámos o estudo realizado por João Gouveia Monteiro (Monteiro, 1999), em todas as plantas feitas por Duarte de Armas assistimos a

⁹⁰ Sobre a proposta de reconstituição do Castelo de Monforte de Rio Livre consultar capítulo: Proposta de reconstituição do castelo de Monforte de Rio Livre.

uma estilização das formas das plantas, conferindo assim a cada uma forma geométrica específica.

Estas plantas não estão longe da aparência original da estrutura acastelada porém, mesmo com a documentação das medidas, não existe maneira de calcular os ângulos entre as interceções dos panos das muralhas e torres, o que pode originar numa interpretação errónea dos desenhos (como podemos ver na figura abaixo relativa ao castelo de Monforte de Rio Livre) (Vd. fig. 32). Quando nos deparamos com castelos em que a sua conceção geométrica é quadrangular ou até mesmo retangular, é possível iniciar o processo de reconstituição utilizando apenas as medidas presentes no documento.

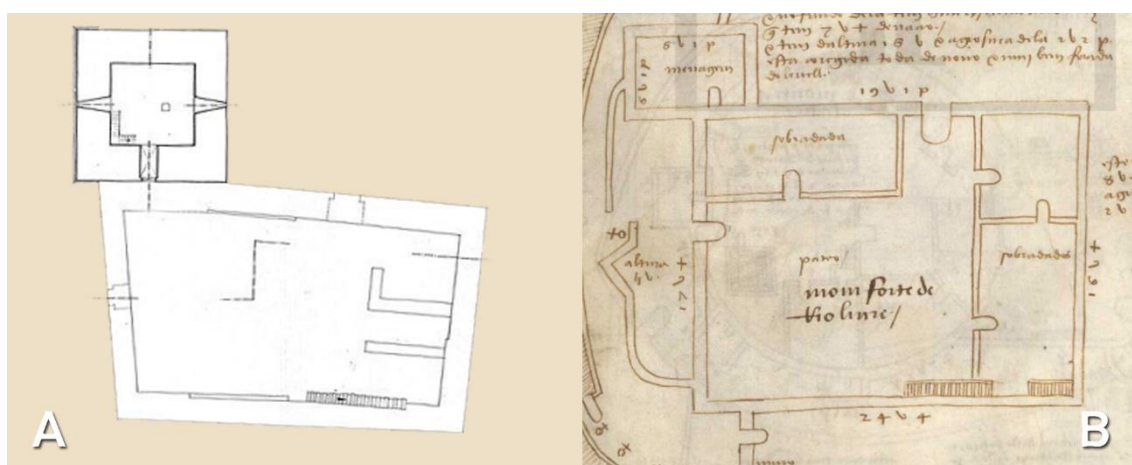


Figura 32 - A: Planta de Monforte de Rio Livre, SIPA, 1988. B: Planta de Monforte de Rio Livre, Livro das Fortalezas, fl. 131, século XVI. IAN/TT.

Este constrangimento não conferiu qualquer tipo de problemas na reconstituição do Castelo de Vimioso, pois a sua configuração quadrangular não permite grandes anomalias na modelação da planta. Vimioso foi o único caso de reconstituição que nos obrigou a cingir em 80% do tempo ao documento de Duarte de Armas pois os vestígios atuais da estrutura acastelada não nos permite uma leitura clara sobre a planta.

Capítulo IV - Reconstituição digital dos casos de estudo: Vimioso e Monforte de Rio Livre

I. Método de reconstituição digital

Os métodos de reconstituição digitais são imensos, divergindo consoante as necessidades de cada utilizador ou instituição (ex.: processo utilizado pela CyArk) (Vd. fig. 33) (Kacyra, 2008). Tendo em consideração todo o panorama da evolução e adaptação da tecnologia digital nos vários campos que estudam o património podemos agora prosseguir com o nosso trabalho, aplicando este conhecimento à prática (Vd. fig. 34).

Em primeiro lugar cabe-nos referir que os meios utilizados em termos de captação digital foram escassos pois não tivemos o acesso a um vasto número de ferramentas digitais (poucas instituições em Portugal possuem este tipo de equipamento). O meio de documentação foi elaborado recorrendo ao uso de medidores a laser e um sistema fotográfico.

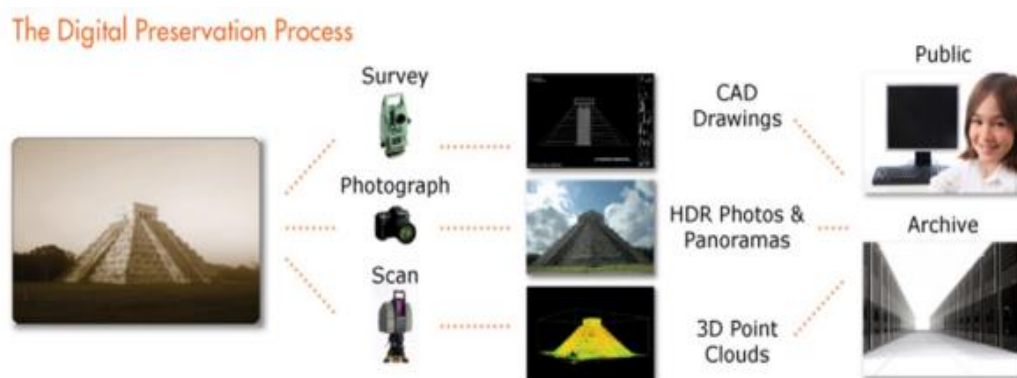


Fig. 2: CyArk's Digital Preservation Process.

Figura 33 – Processo de reconstituição digital da instituição CyArk.

A partir do uso de medidores a laser pudemos obter dados como medidas, níveis, etc., de modo a elaborar plantas e alçados mais precisos possíveis. A utilização do sistema fotográfico permitiu-nos documentar vistas panorâmicas, pormenores arquitetónicos e texturas que serviram mais tarde para a realização dos vários modelos digitais.

A fase de modelação foi efetuada segundo o seguinte conceito: a utilização de programas informáticos que fossem acessíveis ao público em geral

e tivessem ferramentas de programação intuitivas de modo a encorajar futuros historiadores, historiadores de arte e arqueólogos a usufruírem destas mesmas ferramentas.

Como dissemos anteriormente, os métodos de reconstituição digital divergem de utilizador para utilizador devido a um vasto número de motivos. O nosso método pretende pois, utilizar não só apenas os dispositivos disponíveis para elaborar modelos de reconstituições, mas também outros meios nomeadamente a nossa fonte documental – O Livro das Fortalezas de Duarte de Armas. Tudo isto com o objetivo de reconstituir o mais fiel e rigorosamente possíveis algumas estruturas acasteladas do século XVI.

Através da análise do Livro das Fortalezas pudemos retirar um vasto número de informações importantes que em contexto de reconstituição mudam completamente o resultado final. Esta fonte gráfica possibilitou-nos a leitura dos castelos no século XVI, revelando a disposição dos dispositivos de defesa, tipo de material de construção, urografia da região em que se inserem, plantas e alçados (embora com algumas anomalias em termos de rigor, o que será discutido mais adiante no capítulo dedicado ao Livro das Fortalezas), medidas, acessos, etc.

Só então, com o cruzamento dos dados obtidos através do trabalho de captação digital em campo com a análise da fonte gráfica é que pudemos dar início ao projeto de reconstituição digital dos vários casos de estudo.

Cada programa informático utilizado corresponde à resolução de um problema ou seja, para a realização de plantas e alçados utilizamos um determinado programa e do mesmo modo para os restantes passos: desenho de texturas, modelação da estrutura acastelada, renderização⁹¹ do castelo, elaboração de uma fonte de acesso (neste caso vídeo), criação de um *website* para divulgar o projeto e facultar a devida documentação e, por fim, a criação de um repositório de modo a salvaguardar todos os dados e do mesmo modo disponibilizá-los para o público em geral (Vd. quadro. 5) (Vd. fig. 34).

⁹¹ Processo que transforma o objeto tridimensional numa imagem ou vídeo de alta qualidade.

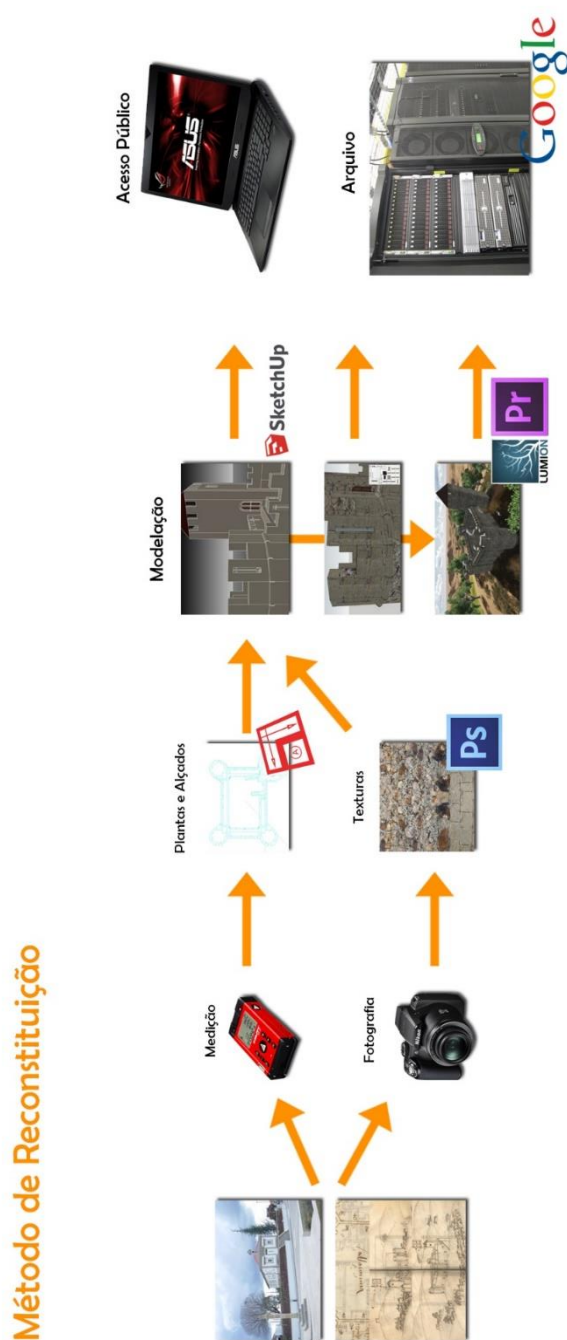
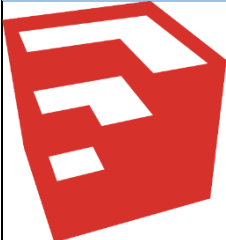


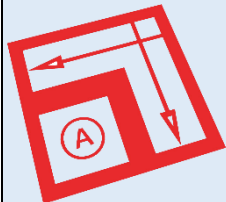

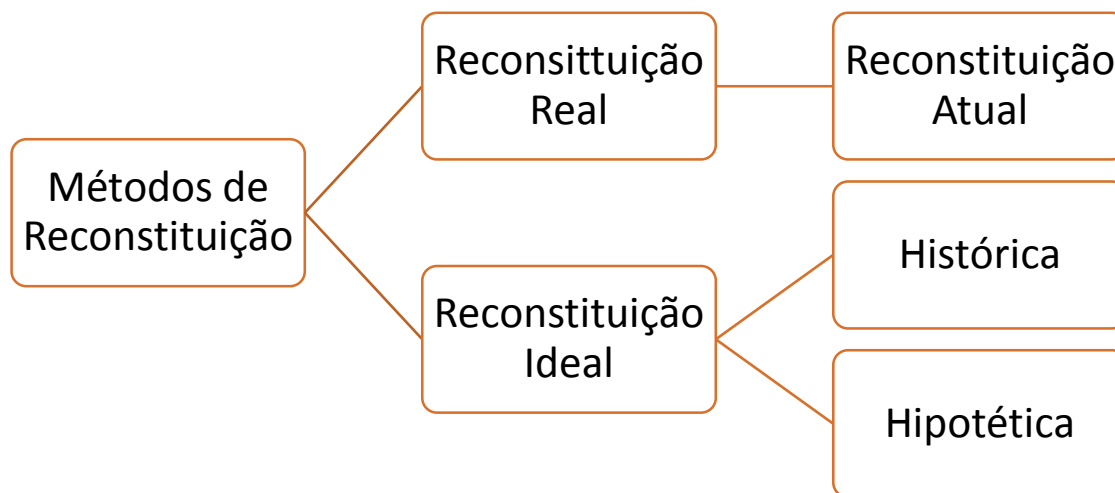


Figura 34 - Método de reconstituição.

© Edição por Ricardo M Dias

Quadro 5 -Ferramentas de Reconstituição Digital	
<u>Programa Informático</u>	<u>Descrição da ferramenta</u>
	Sketchup 2014 – Ferramenta informática de modelação. Ideal para a criação de edifícios e objetos. http://www.sketchup.com (consultado em 09/09/2014)
	Photoshop CS6 – Software de edição de imagens. Servimo-nos dela para a elaboração de texturas e tratamento final de fotografias. http://www.photoshop.com (consultado em 09/09/2014)
	Première Pro CS6 – Criação e edição de vídeo. Utilizada para tratar a sequência de vídeo dos castelos gerada pelo Lumion. http://www.adobe.com/pt/products/premiere.html (consultado em 09/09/2014)
	Google Layouts – Ferramenta de elaboração de plantas e alçados. Assemelha-se ao Autocad porém a diferença destaca-se no interface mais amigável e interativo. http://www.sketchup.com (consultado em 09/09/2014)
	Lumion 4.2 – Software de renderização. Utilizamos este programa após terminarmos cada reconstituição de modo a que seja possível a visualização foto-realista do modelo e ambiente envolvente. http://lumion3d.com/ (consultado em 09/09/2014)

Se tivermos de classificar o nosso método de reconstituição teríamos de o fazer da seguinte forma:



Tal como já referimos várias vezes ao longo deste trabalho, existem diversos processos de reconstituição. Anteriormente demos como exemplo a metodologia proposta pela CyArk (Vd. fig. 34) que envolve a utilização de equipamento de varrimento a laser para captar o objeto real.

Este tipo de processo atribuímos a designação de *reconstituição real*, pois baseia-se na recriação de objetos tendo como base pontos reais captados através de equipamento que permite a documentação das coordenadas espaciais⁹². Durante algum tempo debatemos as várias designações que poderíamos atribuir aos vários tipos de metodologia pois se dividirmos estes processos em grupos torna-se mais fácil identificar não só o processo como também o objetivo final do trabalho.

A nossa reconstituição entra no grupo que classificámos como *reconstituição ideal histórica* pois toda ela se baseia na utilização de plantas, alçados e outras fontes para a elaboração de um modelo digital.

⁹² Consultar técnicas de captação digital.

Os métodos de reconstituição podem ser variados, porém todos têm o mesmo objetivo, a recriação virtual de um dado objeto. A Carta de Londres veio a assegurar a integridade de cada reconstituição, estabelecendo princípios necessários para a compreensão, documentação e divulgação de cada projeto.

Quando afirmamos que estamos a utilizar a Carta de Londres como elemento orientador no processo de reconstituição e estudo, automaticamente colocamos em prática o princípio 1 do documento – Implementação.

Ao explicarmos o método utilizado, estamos a responder ao princípio 2 da Carta – objetivos e métodos. No nosso caso, designámos o método em questão como *reconstituição ideal histórica*. Tratando-se de uma abordagem nova em contexto nacional, sentimos a necessidade de explicar o significado de cada método citado anteriormente.

Assim propomos:

Reconstituição real – Método utilizado para a captação e reconstituição de objetos através de dispositivos preparados para este processo;

Reconstituição ideal – Método utilizado para a reconstituição de objetos através de fontes documentais, ex.: Plantas, alçados, etc.;

Dentro destas duas categorias gerais temos então três objetivos finais – Reconstituição atual, histórica e hipotética.

Reconstituição Atual – Reconstituição real de um objeto através de dispositivos de captação;

Reconstituição Histórica – Reconstituição de um objeto através de programas de modelação. Este método tem como objetivo reconstituir ou modificar objetos reais num dado período cronológico.

Reconstituição Hipotética – Reconstituição efetuada através de programas de modelação. Este método tem como objetivo reconstituir objetos segundo análises hipotéticas.

O nosso objetivo foi então reconstituir os castelos de Vimioso e Monforte de Rio Livre, representados no Livro das Fortalezas, de modo a compreender a imagem que tinham no século XVI.

As fontes de investigação foram cuidadosamente citadas e analisadas. Como fonte principal utilizamos o Livro das Fortalezas. Durante todo o processo de análise ao documento levantamos uma série de perguntas de modo a assegurar a sua fiabilidade para possíveis processos de reconstituição digital. Toda esta base de estudo entra em contexto do princípio 3 da Carta de Londres– Fontes de investigação.

Durante todo o projeto elaborámos formas concisas de documentação, promovendo o uso de imagens de apoio, gráficos e tabelas de modo a facilitar a compreensão de todo o processo em causa (princípio 4 – Documentação dos métodos).

Os princípios 5 e 6 da Carta de Londres dizem respeito à sustentabilidade e acesso do projeto. Dentro desta ordem de ideias, tivemos como objetivo criar um website de modo a salvaguardar todos os dados obtidos durante a realização do projeto. Para além do mais, optamos por apresentar os modelos em formatos de vídeo e 3D de modo a que fosse possível uma melhor interação com o objeto, algo que não seria possível através de fotografias.

Através destes passos, assegurámos que o nosso projeto fosse salvaguardado a longo prazo, possibilitando assim a sua visualização ao público em geral.

Antes de terminarmos a nossa abordagem à metodologia utilizada deveremos salientar o seguinte: as nossas propostas de reconstituição tratavam-se de estruturas militares, para sermos mais precisos, de castelos. O facto de estarmos a trabalhar este tema faz com que desde início tenhamos de ter em atenção vários elementos na reconstituição – elementos de defesa passiva (período românico), tipologia das torres, aparelho de construção, etc.

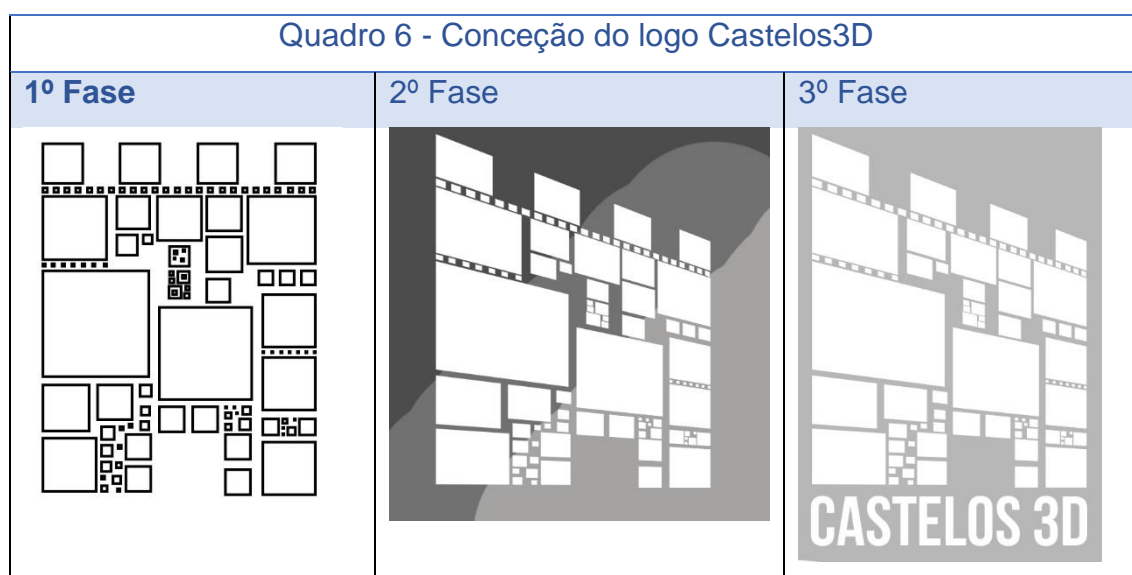
Com isto queremos demonstrar a importância do trabalho de investigação por detrás da etapa final – reconstituição digital. Devemos sempre cingirmos ao processo pré-estipulado de modo a que o resultado final corresponda sempre às ideias estabelecidas no início do projeto.

A. Website – Castelos3D

De modo a salvaguardar e divulgar o projeto criado no âmbito da dissertação, sentimos a necessidade de criar um website. Desta forma, elaborámos de raiz uma página web que servisse os nossos requisitos, ou seja, demonstrar os modelos tridimensionais criados a par da sua informação, métodos e processos.

Tudo isto entra de acordo com os princípios 5 e 6 estabelecidos pela Carta de Londres, que incentiva a utilização de plataformas digitais como recurso de divulgação e acesso, facilitando assim a sua disponibilização ao público em geral.

O primeiro passo, antes de desenhar e definir a estrutura básica do website, foi a elaboração de um logotipo que definisse o conceito e objetivo do nosso projeto. Foi dentro desta lógica de ideias que surgiu o nome *Castelos3D* (Vd. quadro. 6).



O logotipo representa uma torre em 2D realizada através da junção de várias faces. Por sua vez, estas faces representam os polígonos necessários para a realização de um projeto de reconstituição. O logotipo foi concebido com base na utilização de cores neutras de modo a ser versátil em qualquer fundo de grande contraste.

Após termos o logotipo definido demos início à estrutura do website, realizado a partir do Wix®⁹³.

O website foi concebido em cores claras, com um design minimalista e simples (Vd. fig. 35)⁹⁴.



Figura 35 – Website Castelos3D – página inicial.

© Projetado por Ricardo M Dias

A página que gere o visualizador 3D está diretamente ligada ao Google Warehouse de modo a que seja possível aceder ao ficheiro 3D das estruturas acasteladas (Vd. fig. 36).

⁹³ <https://www.wix.com>

⁹⁴ <http://ricardjmdias.wix.com/castelos3d>

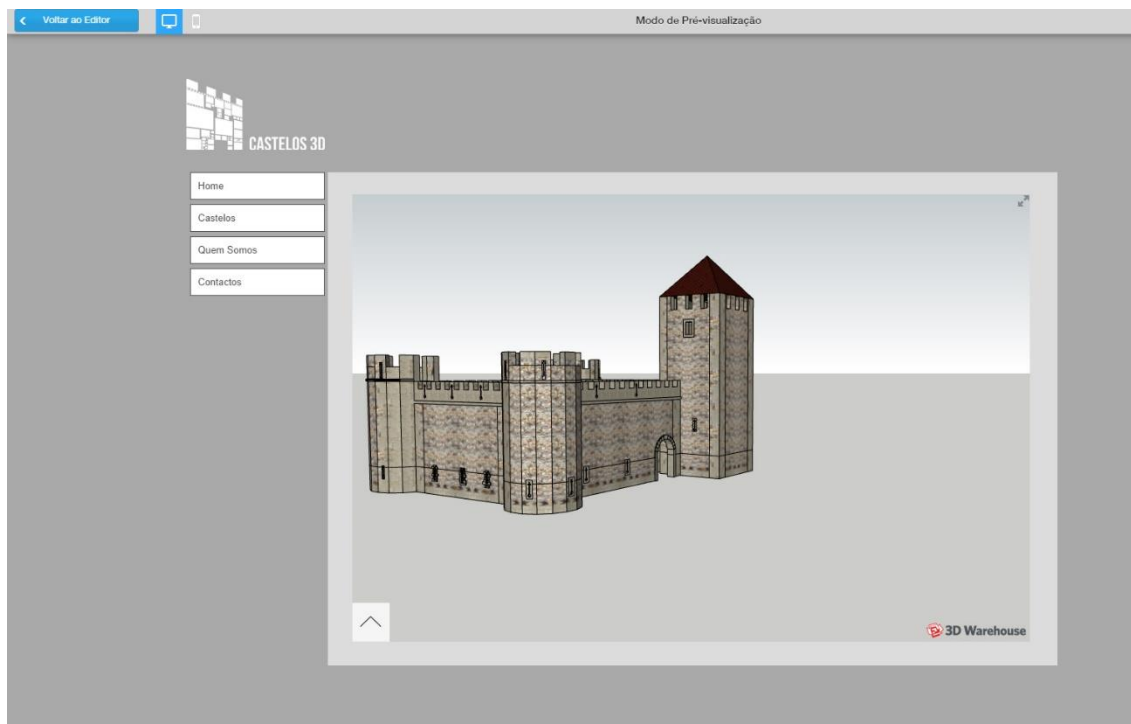


Figura 36 - Visualizador 3D. Website Castelos3D.

© Projetado por Ricardo M Dias

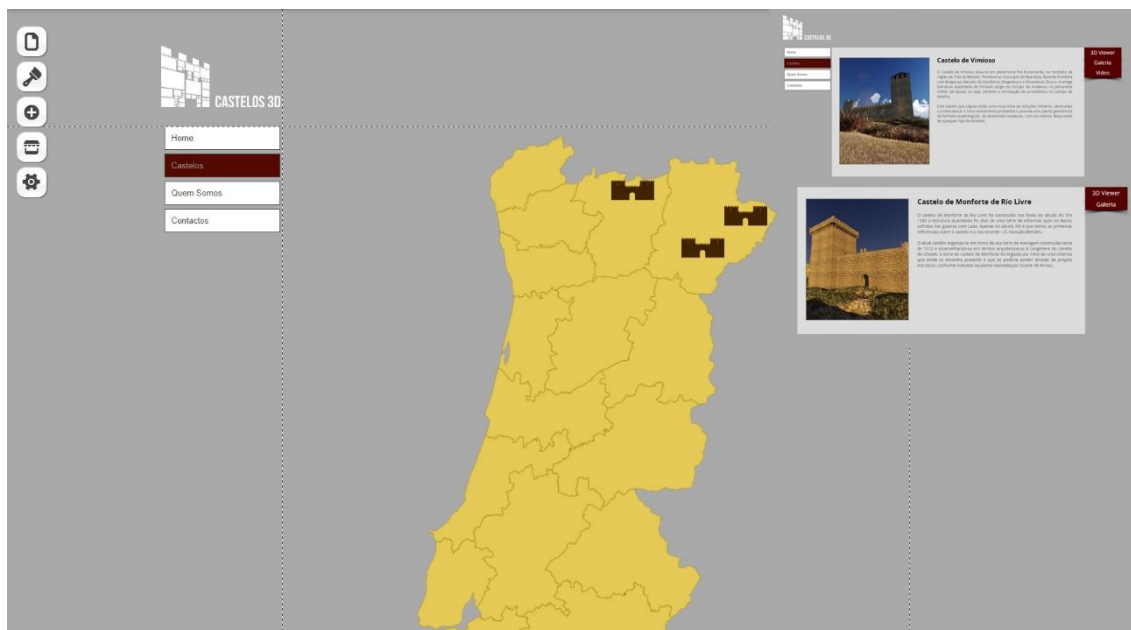
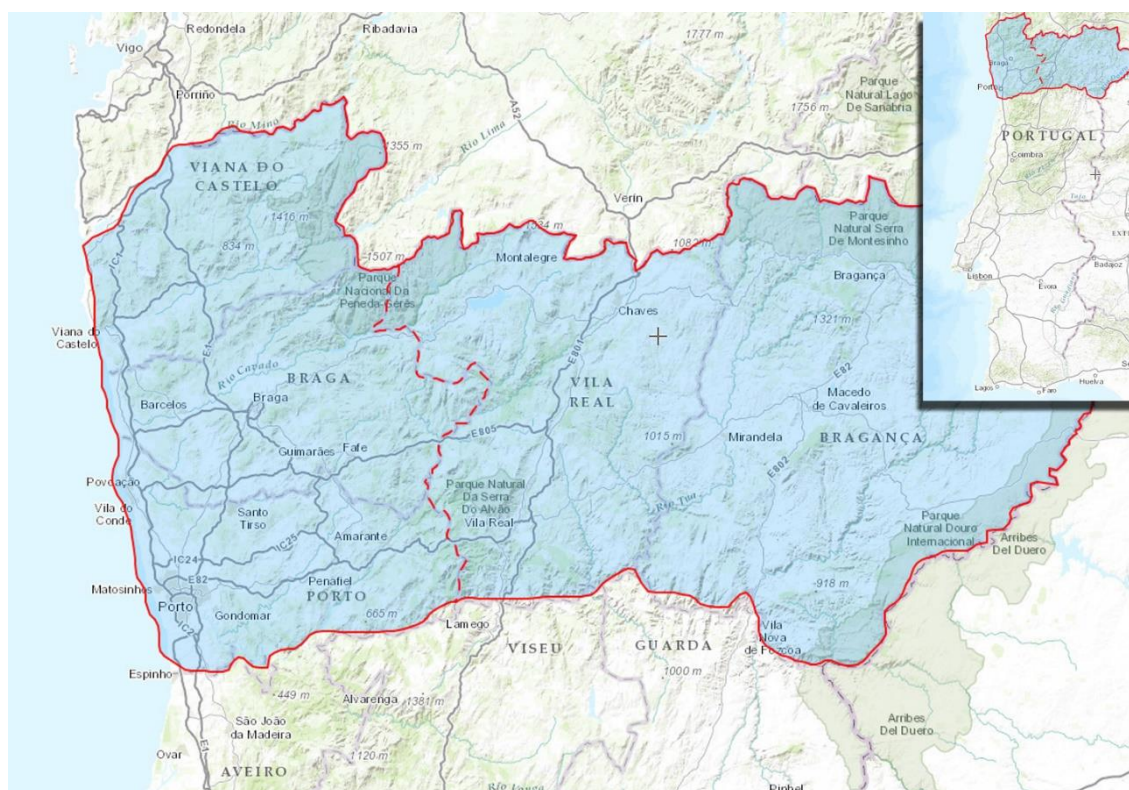


Figura 37 - Página de acesso geográfico dos castelos. Website Castelos3D.

© Projetado por Ricardo M Dias

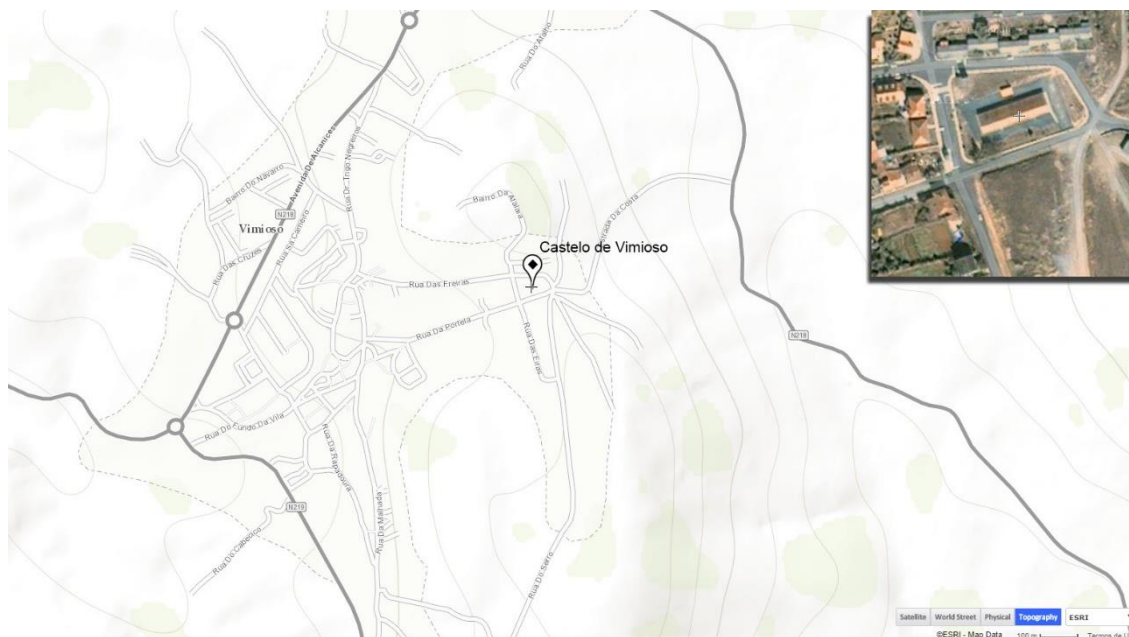


Mapa 1 - Mapa da região do Alto Douro e Trás-os-Montes.

© ESRI.

© Edição de Imagem, Ricardo M Dias

II. Castelo de Vimioso



Mapa 2 - Região de Vimioso

© ESRI.

© Edição de Imagem, Ricardo M Dias

O Castelo de Vimioso situa-se em plena terra fria transmonta, no nordeste da região de Trás-os-Montes. Pertence à região da Raia Seca, fazendo fronteira com Bragança, Macedo de Cavaleiros, Mogadouro e Miranda do Douro⁹⁵. A antiga estrutura acastelada de Vimioso (Vd. fig. 38) surge em função da mudança no panorama militar da época, ou seja, perante a introdução da pirobalística no campo de batalha.

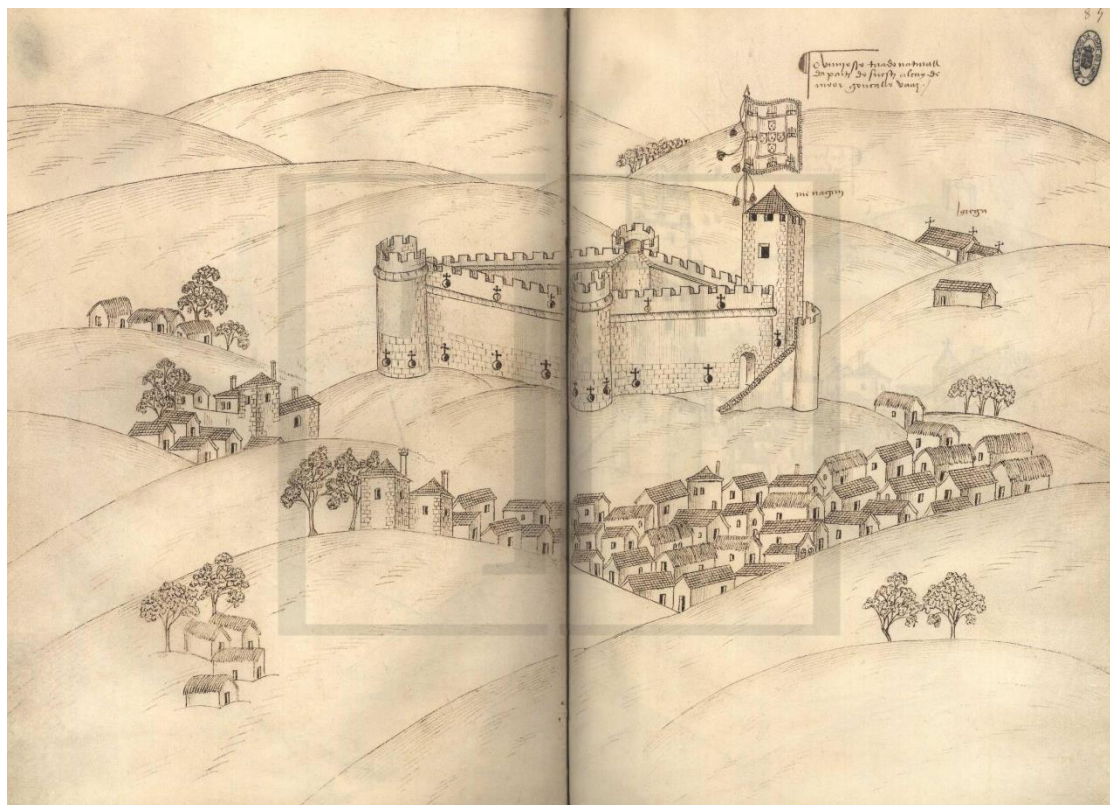


Figura 38 - Representação do Castelo de Vimioso. Livro das Fortalezas, fl. 85, século XVI. Lisboa, IAN/TT

Este castelo que seguia então uma nova linha de soluções militares, destinadas a contra-atacar o novo armamento pirobalístico possuía uma planta geométrica de formato quadrangular, de dimensões modestas, com um interior desprovido de qualquer tipo de divisões. Tinha um total de três torreões semicirculares, ideias para o uso de trons.

A nossa interpretação da planta de Vimioso mostra que esta estrutura acastelada possuía duas linhas de troneiras cruzetadas em dois planos distintos:

⁹⁵ Sobre a história do concelho de Vimioso consultar (Almeida C. A., 2012, p. 11).

na linha inferior tínhamos um total de dezanove troneiras, nove nos torreões semicirculares e dez ao longo do pano inferior da muralha entre os torreões. Por sua vez, a linha superior possuía um total de vinte e uma troneiras, dispostas em dois níveis distintos, nove nos torreões e as restantes no pano da muralha. Perpendicular ao acesso do recinto temos ainda outra troneira cruzetada situada entre o rés-do-chão e o nível do adarve.

Segundo Carlos A. Brochado de Almeida o castelo de Vimioso possuía duas linhas de troneiras dispostas em planos distintos. A linha inferior possuía dezasseis troneiras cruzetadas, sendo que oito se situavam nos torreões semicirculares, uma na torre de menagem (de modo a proteger o acesso ao interior do recinto) e as restantes sete nos paramentos inter-torreões. A linha superior apresentava um total de catorze troneiras (Vd. fig. 39), dispostas entre o parapeito do adarve e os torreões. Não conseguimos perceber os parâmetros utilizados para esta contagem, porém a explicação mais plausível será a possível contagem do número de troneiras a partir das vistas o que levaria a uma divergência no número de aberturas em relação à planta (Vd. fig. 40).

No estudo realizado em 2011 por Manuel Duarte Ferreira sobre a reconstituição do castelo de Mogadouro ao qual já tivemos a oportunidade de referir, o autor demonstra também algumas preocupações com a técnica utilizada nas vistas dos vários povoados. Segundo Ferreira:

Duarte de Armas debateu-se, certamente com a dificuldade de abarcar, apenas em duas vistas, edifícios de enormes dimensões como são as fortalezas e simultaneamente, conseguir atingir o nível de pormenorização que o objetivo do seu trabalho impunha. A necessidade de conciliar estes dois propósitos, de alguma forma adversos, obrigou o autor a procurar soluções de compromisso, que lhe permitissem contornar tal dilema (Ferreira, 2011, p. 54).

Mais ainda, quando o autor aborda a questão da coerência entre a planta e as perspetivas sugere: *Tais anomalias poderão dever-se ao facto de os desenhos finais terem, provavelmente, sido executados depois de o autor concluir o seu longo périplo pelos castelos fronteiriços, a partir de esboços realizados, junto das fortificações (Ferreira, 2011, p. 27).*

A nossa leitura das troneiras levanta outra interrogação que trataremos mais adiante quando abordarmos a questão do acesso ao adarve.

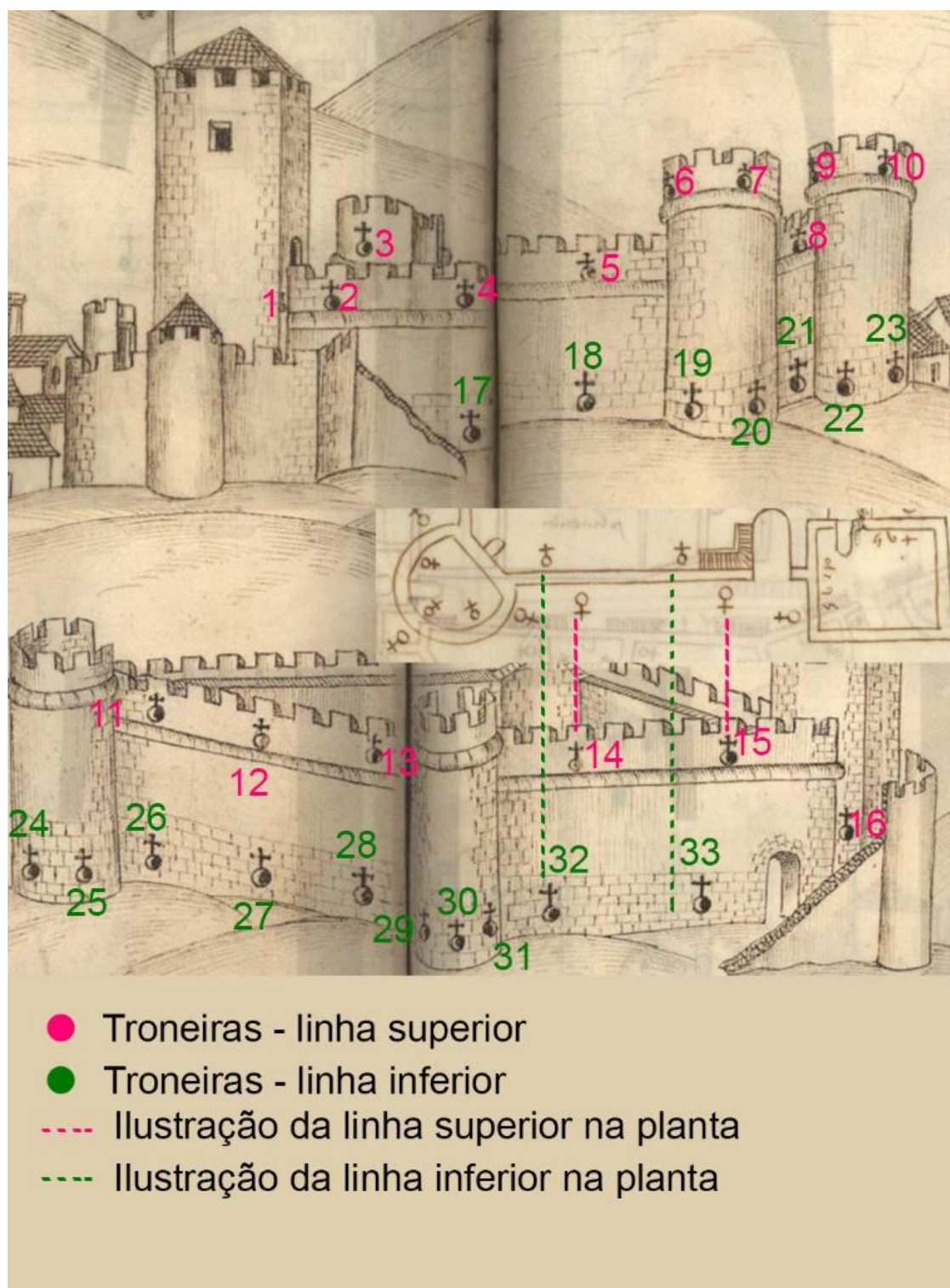


Figura 39 - Ilustração da disposição das troneiras cruzetadas entre as duas vistas de Vimioso e a planta, fls. 85, 86 e 130. IAN/TT

© Ricardo Dias, 2014

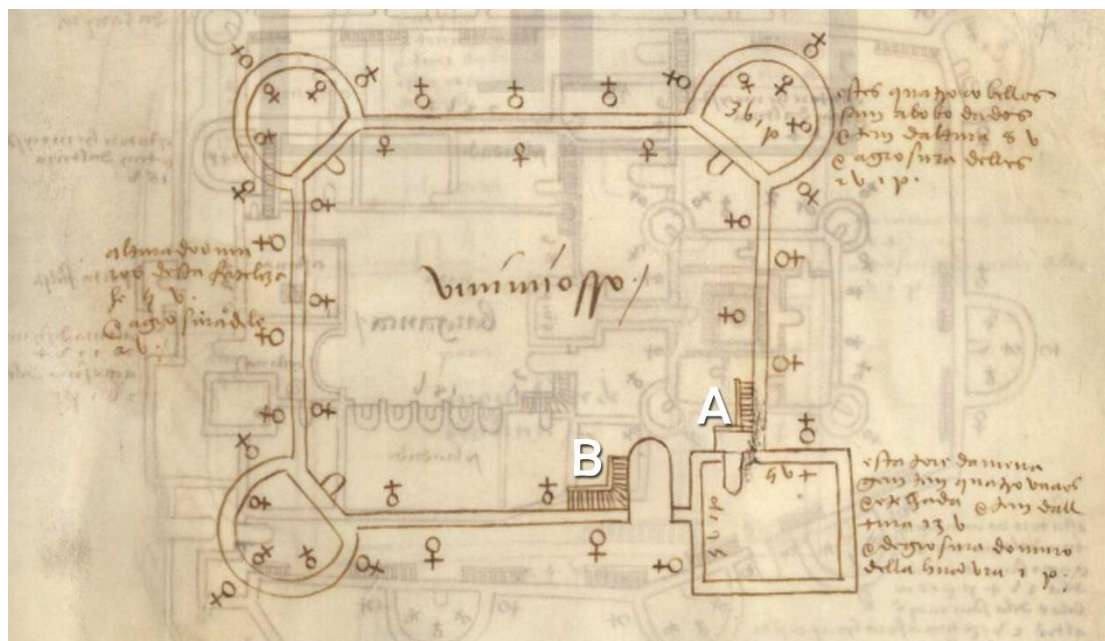


Figura 40 - Planta de Vimioso. Livro das Fortalezas, fl. 130. Lisboa IAN/TT

Passemos agora a outra problemática, os panos da muralha. Segundo as anotações deixadas por Duarte de Armas estes teriam 4,40 metros de altura, com uma espessura de 2,20 metros. Os torreões eram bastante mais elevados, tendo 8,80 metros de altura e 2,53 metros de espessura nas suas paredes. Ao nível do rés-do-chão havia uma ligação para cada torreão feita por uma porta no centro de cada estrutura.

Em termos de aparelho de construção podemos constatar evidentes semelhanças entre o sistema utilizado no castelo de Miranda do Douro com o castelo de Vimioso (Vd. fig. 41). Sendo impossível elaborar qualquer tipo de registo acerca desta construção teremos de presumir (e isto tendo em conta a recente intervenção arqueológica⁹⁶ realizada no local) que ao nível do alicerce o aparelho possuía fragmentos de grauaque e granito, sem qualquer tipo de preparação, sendo tudo misturado em barro. Acima do alicerce (e tendo em atenção o aparelho do castelo de Miranda do Douro) todo o pano de muralha seria feito com alvenaria na parte central dos paramentos e granito aparelhado nos ângulos de modo a garantir uma maior consistência na construção.

O acesso ao adarve era efetuado através de escadas localizadas em frente da torre de menagem (Vd. fig. 40 - A) e no lado esquerdo da porta de

⁹⁶ Consultar (Almeida C. A., 2012)

acesso ao interior do recinto (Vd. fig. 40 - B). As vistas realizadas por Duarte de Armas não permitem determinar o sistema utilizado neste dispositivo, o que nos levou a adotar na nossa reconstituição soluções arquitetónicas introduzidas a partir dos finais do século XIII, ou seja, adaptações generalizadas pelo advento da “defesa ativa” no período das reformas góticas.

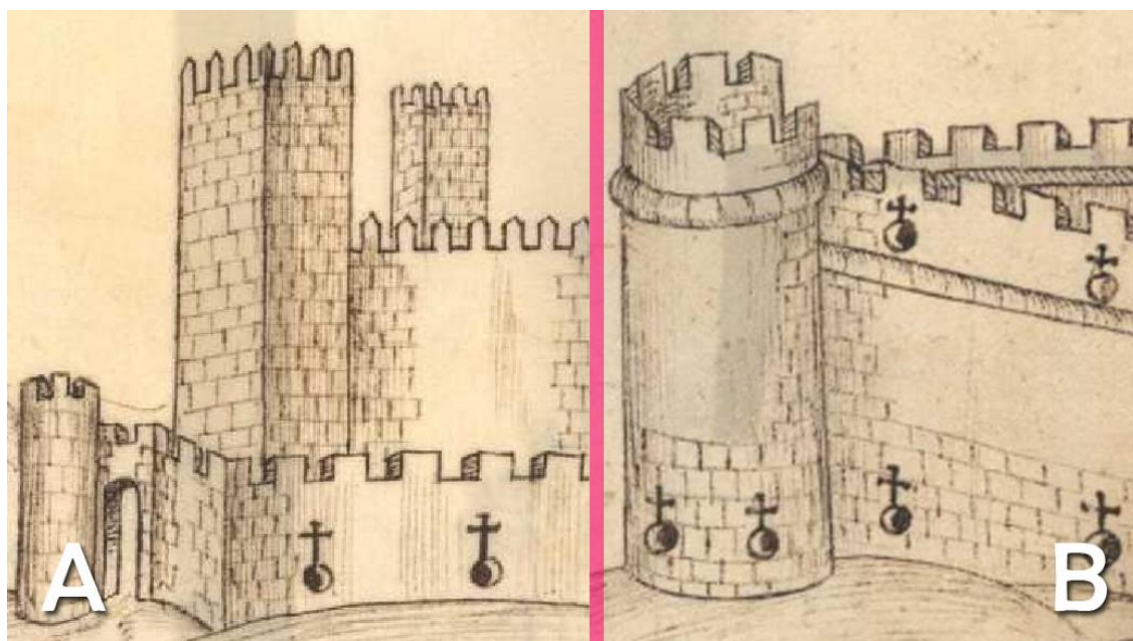


Figura 41 - Comparação do aparelho de construção. A – Castelo de Miranda do Douro; B – Castelo de Vimioso. Fls. 83 – 85, século XVI. Lisboa IAN/TT.

Tendo isto em conta, ambos os acessos foram desenvolvidos utilizando um maciço pétreo adossado ao pano da muralha. O motivo pelo qual seguimos esta lógica baseia-se no facto do castelo de Vimioso ser uma estrutura dos finais do século XV, segundo Mário Barroca, (Barroca, 2003) e posteriormente confirmado por Carlos Brochado (Almeida C. A., 2012).

Sempre que nos deparamos com impossibilidades de reconstituição, ou seja, quando os debuxos de Armas não nos fornecem informações suficientes para compreender algum elemento arquitetónico, apresentamos alternativas com base nas soluções arquitetónicas da época fundamentadas no trabalho de Mário Barroca⁹⁷ (Alarcão & Barroca, 2012).

⁹⁷ É a partir deste ponto que a utilização do dicionário de arqueologia portuguesa se torna bastante útil pois permite-nos uma compreensão detalhada de todas as soluções arquitetónicas presentes nas estruturas acasteladas portuguesas. Contudo queremos salientar que foram utilizadas outras fontes, muitas das quais provenientes do mesmo autor de modo a não haver conflito de ideias.

Voltando à questão anterior levantada após a análise das troneiras cruzetadas, a nossa leitura sobre a disposição destas aberturas revelou uma problemática acerca das correspondências ao nível dos elementos dos desenhos. Segundo a planta, o torreão da nº15 (Vd. fig. 39) estaria em frente do acesso ao adarve, ou seja, ao longo do lance de escadas. Isto sugere um mau posicionamento deste dispositivo pois afetaria uma das entradas ao caminho-de-ronda. Porém tal acontece se assumirmos que de facto as troneiras 1 a 16 pertencem à linha superior e não à inferior. Se assim for então a concessão de escadas adossadas permitiria a criação de espaço suficiente para a presença de uma arma de fogo. Outra possibilidade seria trocar a disposição da troneira nº15 com a nº33. Isto levaria a uma mudança no aparelho de acesso ao adarve, pois seria necessário que as escadas fossem embutidas no próprio pano da muralha de modo a criar um espaço vazio por debaixo do acesso.

Toda a estrutura assente sobre o adarve seguiu a mesma metodologia utilizada anteriormente nas escadas. O parapeito reconstituído digitalmente com 1m de altura tal como os merlões (Vd. fig. 42). Através das vistas do castelo de Vimioso sabemos que a estrutura possuía merlões retangulares, o que nos levou a acrescentar mais 1m de altura de modo reconstituir este dispositivo (Alarcão & Barroca, 2012, pp. 245-246).

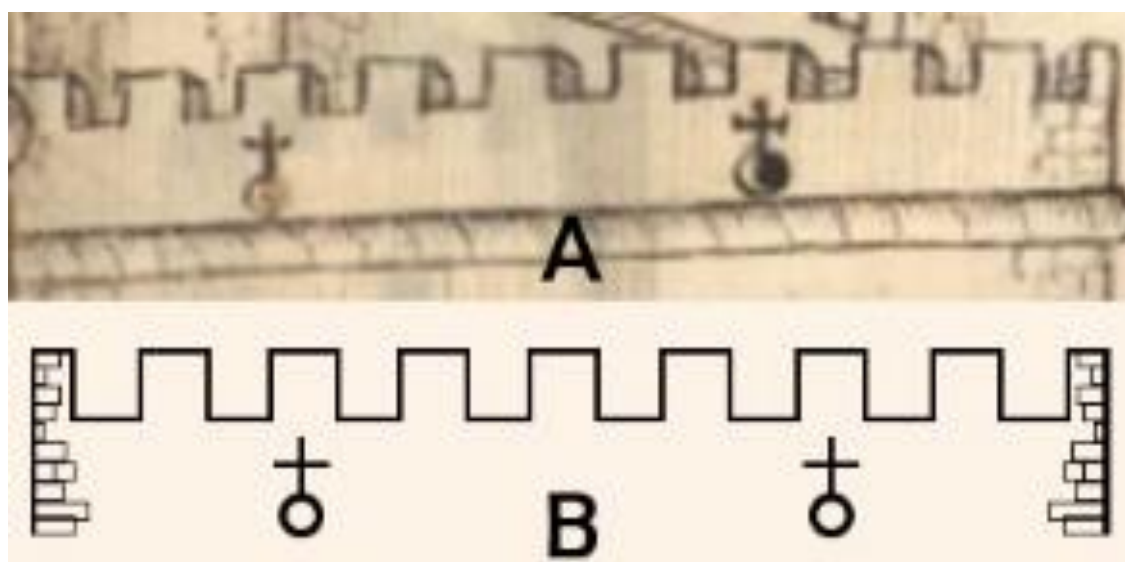


Figura 42 – Ilustração do parapeito do castelo de Vimioso. A: Desenho do Livro das Fortalezas, fl. 85, século XVI. Lisboa IAN/TT B: Ilustração realizada via Photoshop.

© Ilustração de Ricardo M Dias

Para o espaço entre merlões, ou seja, as abertas propusemos a mesma medida que o comprimento dos merlões⁹⁸.

A torre de menagem era o elemento que possuía maior altura, atingindo 14,30 metros. Situada no ângulo Nordeste da muralha, junto à porta de acesso, esta torre tinha um formato retangular. As medidas deixadas por Duarte de Armas não devem ser assumidas como uma fonte fidedigna, pois vários estudos demonstram que estas medidas não correspondem à realidade. No caso de Vimioso, a intervenção arqueológica que foi realizada no local demonstra que as medidas da Torre de Menagem (4,73 por 4,40m) diferem em muito das medidas propostas por Carlos Brochado (8,2 por 8m ou se forem tiradas pelo interior da torre 6 por 3,8m) (Almeida C. A., 2012, p. 146) (Vd. fig. 43).



Figura 43 – Planta da torre de menagem do Castelo de Vimioso. A: Planta segundo a intervenção realizada por Carlos A. Brochado de Almeida (Almeida C. A., 2012); B: Planta segundo as medidas presentes no Livro das Fortalezas.

© Ilustração por Ricardo M. Dias (realizado a partir do Sketchup e Layout).

⁹⁸ Sobre soluções arquitetónicas consultar (Alarcão & Barroca, 2012, pp. 245-246).

A. Proposta de reconstituição do castelo de Vimioso

A primeira preocupação que tivemos de ter em conta, e isto atendendo ao facto do estado atual do castelo não permitir uma leitura clara das suas fundações, foi tentar encontrar elementos de uma época próxima que revelassem indícios que pudessem comprovar a geometria da planta. No capítulo anterior questionámos:

É possível reconstituir os castelos presentes no Livro das Fortalezas utilizando apenas o documento?

Não podemos responder a esta pergunta com um simples sim ou não, pois mesmo sendo possível reconstituir este caso utilizando apenas os desenhos, iríamos sofrer alguns impasses ao longo do processo de reconstituição (tal como vimos anteriormente com o caso do acesso ao adarve). Quando os desenhos do Livro das Fortalezas não nos fornecem elementos suficientes temos de optar pelo de uso outras fontes, alternativas, de modo a preencher os *gaps* entre o documento e a reconstituição. Porém, antes de passarmos ao uso dessas fontes e seguindo a segunda questão lançada anteriormente:

Então até que ponto podemos reconstituir os castelos do século XVI?

O Livro das Fortalezas fornece-nos informações sobre os elementos arquitetónicos presentes nas estruturas acasteladas, de tal modo que todo o objetivo da obra é precisamente esse – mostrar o estado dos castelos da raia portuguesa ao tempo da sua representação por Duarte de Armas. Podemos afirmar desde já que a possibilidade de reconstituição de qualquer elemento que esteja no interior do recinto, ou até mesmo o interior de algumas estruturas, é praticamente nulo, pois os desenhos de Duarte de Armas não fornecem informação ao nível de panorâmicas sobre estas áreas tornando difícil a sua visualização.

Portanto, os possíveis constrangimentos na utilização do Livro das Fortalezas para propostas de reconstituição verificam-se na impossibilidade de reconstituir espaços interiores.

Vimioso foi sempre um caso excecional pois desde o início tínhamos em consideração que não existia um elevado número de fontes para nos guiar no

processo. Contudo, isto também serviu como desafio para demonstrar as ínfimas possibilidades da modelação digital.

Para confirmar o traçado geométrico do castelo de Vimioso utilizámos uma planta do século XVIII do período da restauração da independência (Vd. fig. 44).

Após verificarmos a coerência com o desenho de Duarte de Armas, seguimos para o próximo passo, a comparação de vistas com a planta⁹⁹. Este processo foi executado anteriormente para a identificação das linhas das troneiras mas agora iremos utilizar esta metodologia para criarmos pontos de referência de modo a encontrar futuras discrepâncias entre os debuxos (Vd. fig. 45)



Figura 44 - Planta do Castelo de Vimioso. Séc. XVII - BN Ajuda.

⁹⁹ Processo utilizado por Manuel Duarte Ferreira na reconstituição de Mogadouro (Ferreira, 2011).

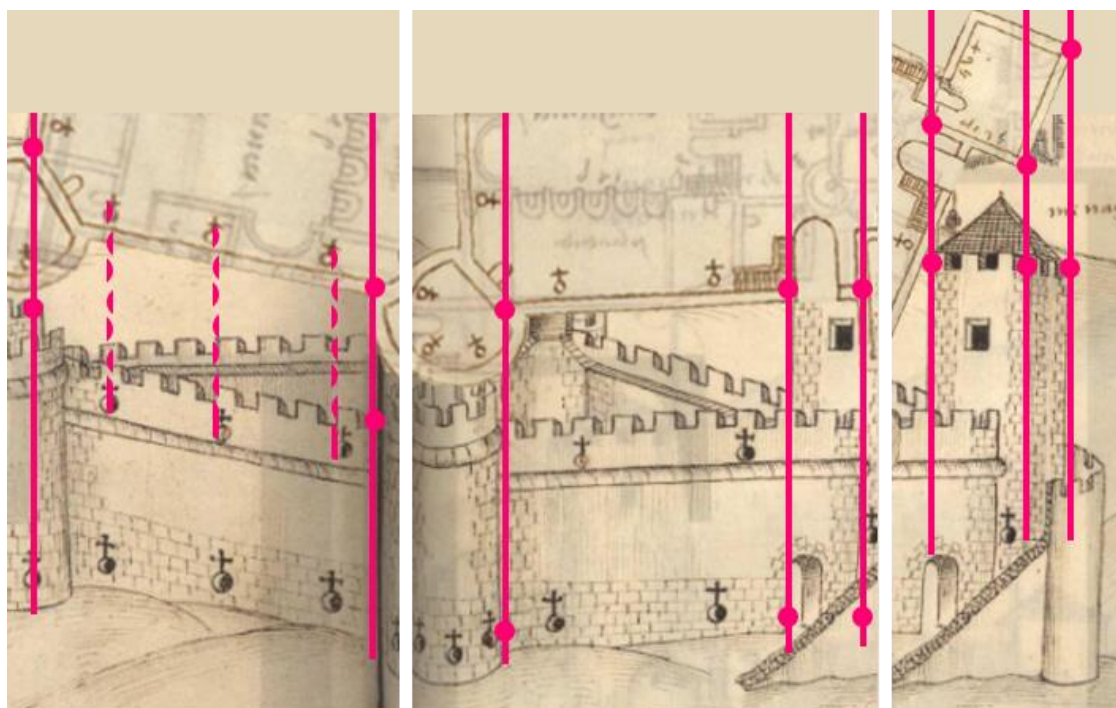


Figura 45 - Compatibilidade das vistas com a planta de Vimioso, fl. 85, século XVI. Lisboa, IAN/TT.

Podemos constatar de facto que Duarte de Armas utiliza um processo de sobreposição em todas as suas perspectivas, fundamentando assim cada vez mais a teoria da técnica de colagem já discutida então por Manuel Castelo Branco (Branco, 2006) e Manuel Duarte Ferreira (Ferreira, 2011).

Com esta leitura fizemos a nossa primeira abordagem a uma possível reconstituição 3D projetando uma primeira planta do castelo de Vimioso (Vd. fig. 46). De seguida executamos o levantamento da estrutura com base nos elementos e medidas referidas anteriormente. A estrutura acastelada de Vimioso foi a nossa primeira tentativa de reconstituição 3D no Livro das Fortalezas (Vd. fig. 47).

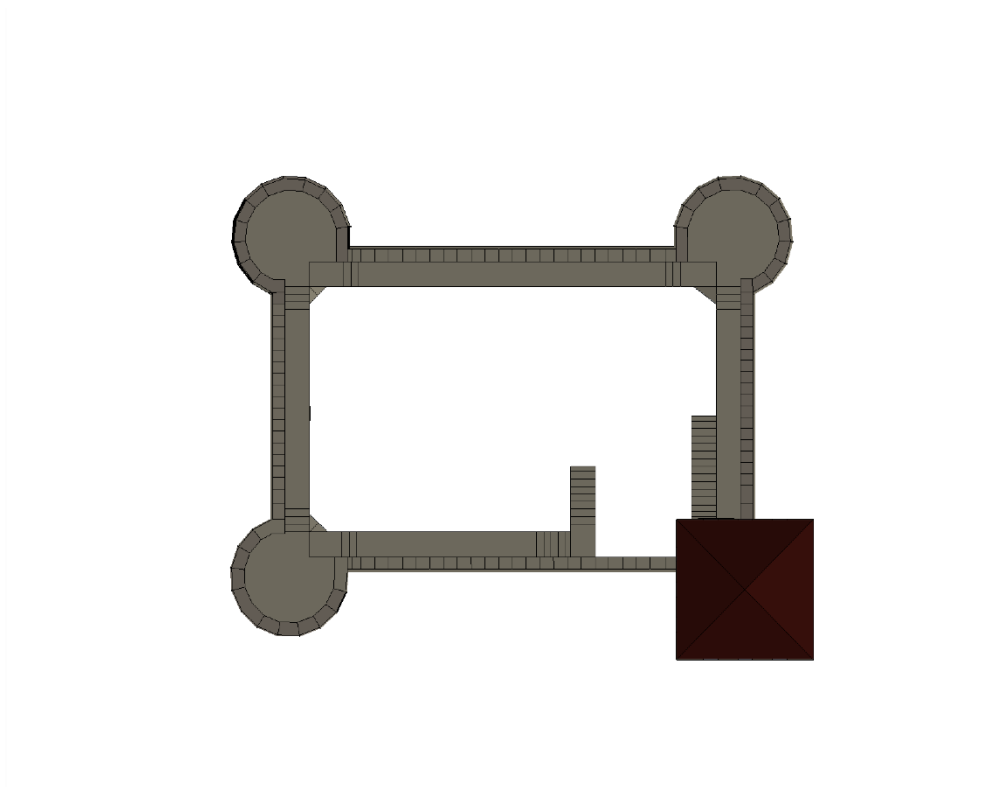


Figura 46 - Proposta de planta do Castelo de Vimioso. Layouts model. © Ricardo M Dias



Figura 47 - Aplicação de texturas. A: Modelo base; B - Modelo com aplicação de texturas. © Edição por Ricardo M Dias

Antes de passarmos aos últimos passos (*render*, exportação de vídeo e armazenamento) e seguindo uma vez mais as ideias propostas por Manuel Ferreira Duarte, simulamos a técnica de colagem de Duarte de Armas, de modo a descobrir quantas perspetivas estariam presentes numa só vista panorâmica (Vd. fig. 48). Só no plano frontal temos um total de 3 ângulos diferentes, albergando assim um maior número de elementos. Este método sacrificava algum rigor geométrico, porém, aumentava o número de pormenores em cada desenho, o que era o objetivo inicial do jovem artista.

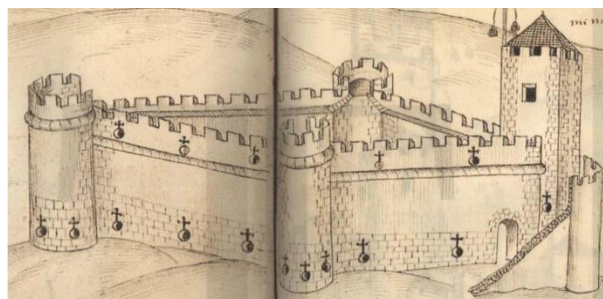
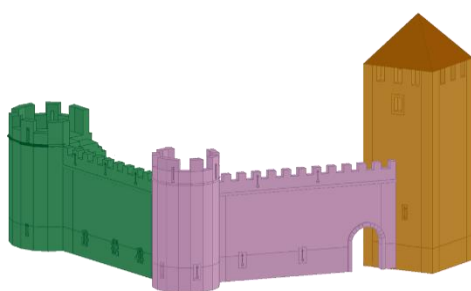


Figura 48 - Técnica de colagem.

© Ilustração por Ricardo M Dias.

As últimas fases da nossa proposta de reconstituição do castelo de Vimioso tiveram como objetivo trazer uma visualização foto realista a toda a estrutura, proporcionado assim uma melhor leitura. Após o processo de *render*, ou seja, após concluído o processo de elaboração de imagens foto realistas, elaboramos um vídeo de 2 minutos de modo a que fosse possível explorar ainda mais toda a área do castelo¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Informação digital do castelo de Vimioso: <http://ricardjmdias.wix.com/castelos3d#!vimioso/cldc>

B. Processo de Renderização do Castelo de Vimioso



Figura 49 - Ilustração do castelo de Vimioso. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias

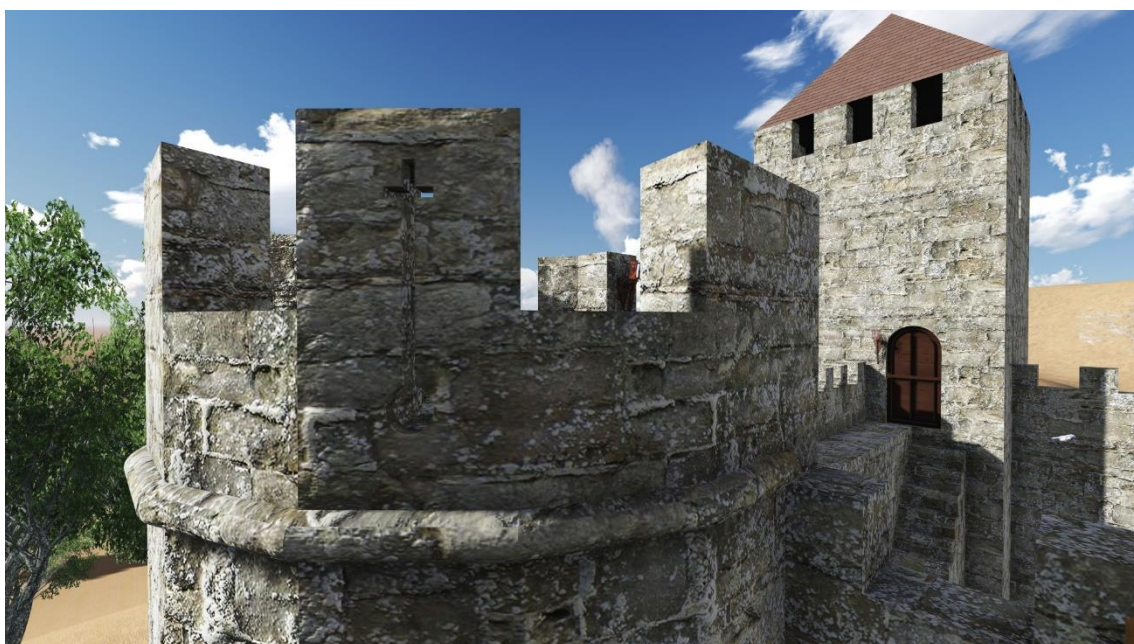


Figura 50 - Ilustração do castelo de Vimioso. Pormenor dos torreões semicirculares. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias



Figura 51 - Ilustração do castelo de Vimioso. Pormenor da troneira cruzetada. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias



Figura 52 - Ilustração do castelo de Vimioso. Vista aérea. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias

III. Castelo de Monforte de Rio Livre



Mapa 3 - Região de Águas Frias, Chaves.

© ESRI

© Edição de imagem, Ricardo M Dias



Figura 53 - Castelo de Monforte de Rio Livre. SIPA. Foto.00011947

O castelo de Monforte de Rio Livre foi construído nos finais do século XII. Em 1280 a estrutura acastelada foi alvo de uma série de reformas após os danos sofridos nas guerras com Leão. Apenas no século XIII é que temos as primeiras referências sobre o castelo e o seu tenente – D. Gonçalo Mendes (Serenó, Teixeira, & Noé, 2014).

O atual castelo organiza-se em torno da sua torre de menagem construída cerca de 1312 e assemelhando-se em termos arquitetónicos à congénere do castelo de Chaves. A torre do castelo de Monforte foi erguida por cima de uma cisterna que ainda se encontra presente e que se poderia aceder através da própria estrutura, conforme indicado na planta realizada por Duarte de Armas (Gomes, 2003, pp. 171-172).

O reduto interior do castelo é constituído por circuito retangular ainda bem preservado. Segundo o Livro das Fortalezas, todo o pano de muralha era rematado por um parapeito com ameias pentagonais. Esta fonte iconográfica informa-nos também sobre a existência de uma barbacã com 4,40m de altura que albergava quatro aberturas de troneiras cruzetadas e ainda antecederada por um fosso.

Segundo Gomes:

Este castelo foi alvo de reutilização e de sucessivas obras de melhoramento nos séculos XVII e XVIII, nomeadamente através da construção de um meio-baluarte no mesmo local da “obra” quinhentista e de uma estrutura a Leste da torre e corpo principal, de que sobram importantes vestígios, que servia de aquartelamento para cavalaria. Junto ao castelo realizava-se uma feira ainda no século XX (Gomes, 2003, p. 172).

Quadro 7 - Ficha do Castelo de Monforte de Rio Livre ¹⁰¹	
Categoria	Monumento
Proteção	MN – Monumento Nacional, Decreto nº 37 728, DG, 1. ^a série, n.º 4 de 05 janeiro 1950
Grau	Imóvel ou conjunto com valor excecional, cujas características deverão ser integralmente preservadas. Incluem-se neste grupo, com exceções, os objetos edificados classificados como Monumento Nacional.
Utilização Inicial	Militar: castelo e cerca
Utilização Atual	Marco histórico-cultural; castelo
Propriedade	Pública: estatal
Afetação	DRCNorte, Portaria n.º 829/2009, DR, 2. ^a série, n.º 163 de 24 agosto 2009

Quadro 8 - Intervenções realizadas	
<u>Ano</u>	<u>Intervenção</u>
1961	Consolidação de muralhas e reposição de elementos ruídos;
1962	Construção da estrutura do telhada da torre;
1983	IPPAR ¹⁰² – trabalhos de beneficiação: preparação de vãos de portas, refecimento de juntos com argamassa hidrófuga, impermeabilização de coberturas, revestimento da cobertura com telha nacional dupla, colocação de portas, beneficiação e recuperação de carpintarias;
1987¹⁰³	Beneficiação e recuperação de carpintarias;
1990	IPPAR – restauro dos espaços exteriores, dotando-os de parque automóvel, parque de merendas, sanitários e espaços verdes; iluminação dos panos de muralha exteriores; campanhas de escavações e limpeza no interior; obras variadas nas coberturas e enchimento das juntas com argamassa.

¹⁰¹ Ficha realizada segundo as informações fornecidas pelo SIPA (Sistema de Informação para o Património Arquitetónico).

http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=4195

Consulta realizada a 15/09/14.

¹⁰² Instituto Português do Património Arquitetónico. A 27 de Outubro de 2006, segundo o Decreto-lei nº 215/2006, o Instituto Português do Património Arquitetónico e o Instituto Português da Arqueologia fundiram, dando origem ao Instituto de Gestão do Património Arquitetónico e Arqueológico (IGESPAR).

¹⁰³ Verbas postas à disposição da DGEMN, pelo Instituto Português do Património Cultural.

Ao compararmos a estrutura atual do castelo de Monforte de Rio Livre com os desenhos deixados por Duarte de Armas podemos observar ligeiras diferenças, o que se torna positivo para a realização de um modelo tridimensional.

Todavia, antes de efetuarmos qualquer tipo de reconstituição temos de assegurar que os elementos atualmente presentes no castelo de Monforte pertencem ao período da realização dos desenhos do Livro das Fortalezas e não de futuras obras de restauro tal como alerta Rita Gomes (Gomes, 2003, p. 172).

O primeiro elemento a analisar foi a planta. Ao compararmos os desenhos realizados por Duarte de Armas observámos ligeiras diferenças na geometria do reduto interior do castelo (Vd. fig. 54).

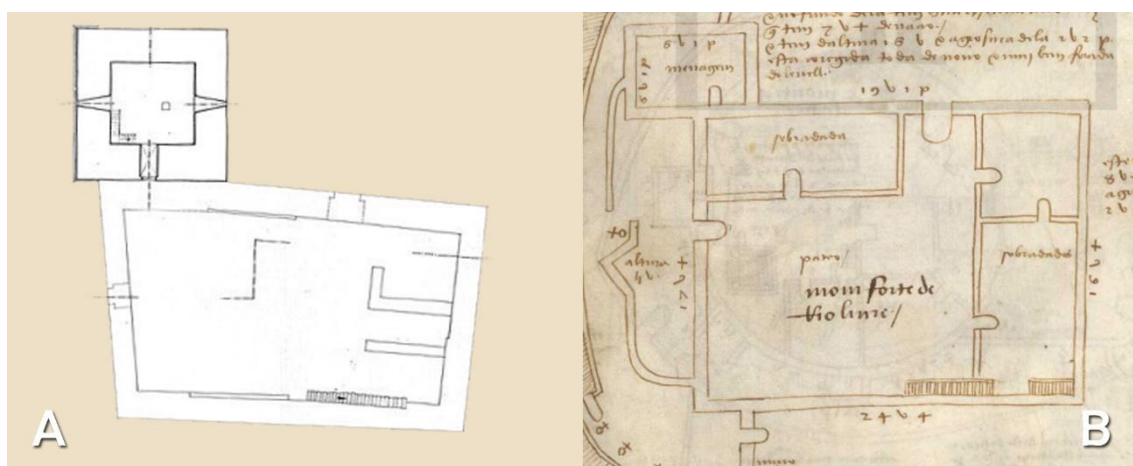


Figura 54 - Comparação das plantas do castelo de Monforte de Rio Livre. A: Planta realizada pelo SIPA, 1962. B: Planta realizada por Duarte de Armas, fl. 131, século XVI. Lisboa IAN/TT.

O formato retangular descrito por Duarte de Armas está presente, porém, o artista não faz qualquer alusão às quebras no pano da muralha. É precisamente aqui que as anotações deixadas por Armas preenchem as “falhas” no desenho da planta. Através do Google Earth¹⁰⁴ elaborámos uma planta do atual castelo de Monforte de Rio Livre de modo a comparar as medidas presentes no Livro das Fortalezas e as medidas atuais¹⁰⁵ (Vd. fig. 55).

¹⁰⁴ As seguintes comparações foram feitas com base no sistema de dados cartográficos do Google Earth.

¹⁰⁵ Tivemos acesso à planta do SIPA, porém, o ficheiro disponibilizado na página web da monumentos.pt não possui qualidade suficiente para uma reprodução fiel. A imagem utilizada na figura 2 é uma versão melhorada à escala dessa mesma planta, por nós realizada.

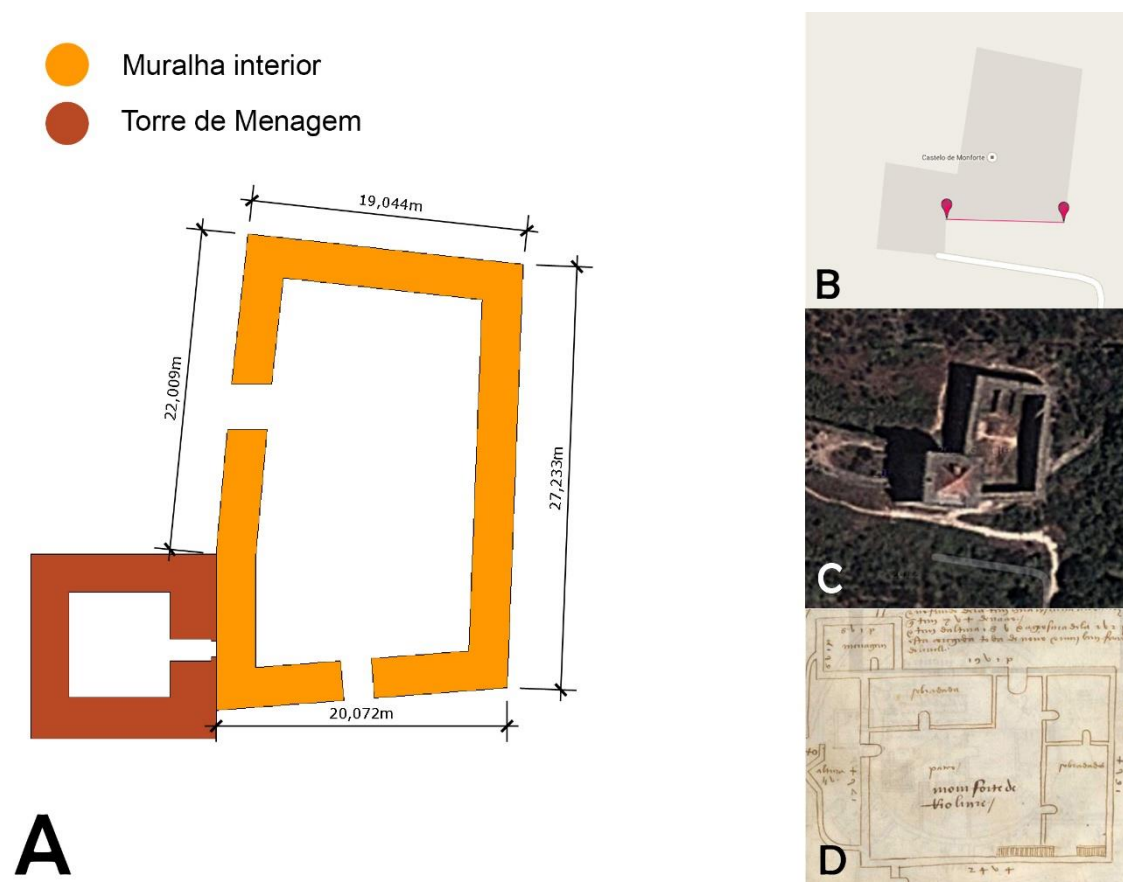


Figura 55 - Planta do Castelo de Monforte de Rio Livre. A: Planta atual do castelo elaborada através dos dados fornecidos pelo Google Earth e SIPA; B: Vista aérea em formato mapa; C: Vista via satélite Google; D: Desenho elaborado por Duarte de Armas.

© Edição por Ricardo M Dias

Ao compararmos as medidas deixadas por Duarte de Armas com a planta atual do castelo podemos observar uma margem de erro mínima, ao que passamos a demonstrar (Vd. Quadro 9):

Quadro 9 - Comparação das medidas do Castelo de Monforte de Rio Livre – Muralha interior			
Livro das Fortalezas	Conversão	Google Earth e SIPA	Margem de erro
17b+	19,25m	20,072	0,822m
24b+	26,95m	27,23m	0,28m
16b+	18,15m	19,044	0,894
19b1p	21,12m	22,099	0,979m

Ao analisarmos as duas fontes podemos comprovar que de facto existe uma dissemelhança entre as plantas porém, esta margem de erro de 1m não permite alterações significativas na forma da estrutura acastelada. Tendo em conta o ano em que foi realizada a planta do castelo de Monforte de Rio Livre e ainda a conversão para o nosso sistema métrico podemos afirmar que a fiabilidade do documento no que diz respeito às medidas reais da estrutura acastelada é bastante positiva.

Aplicamos o mesmo processo na torre de menagem (Vd. fig. 56) de modo a gerar a mesma análise comparativa (Vd. quadro 10).

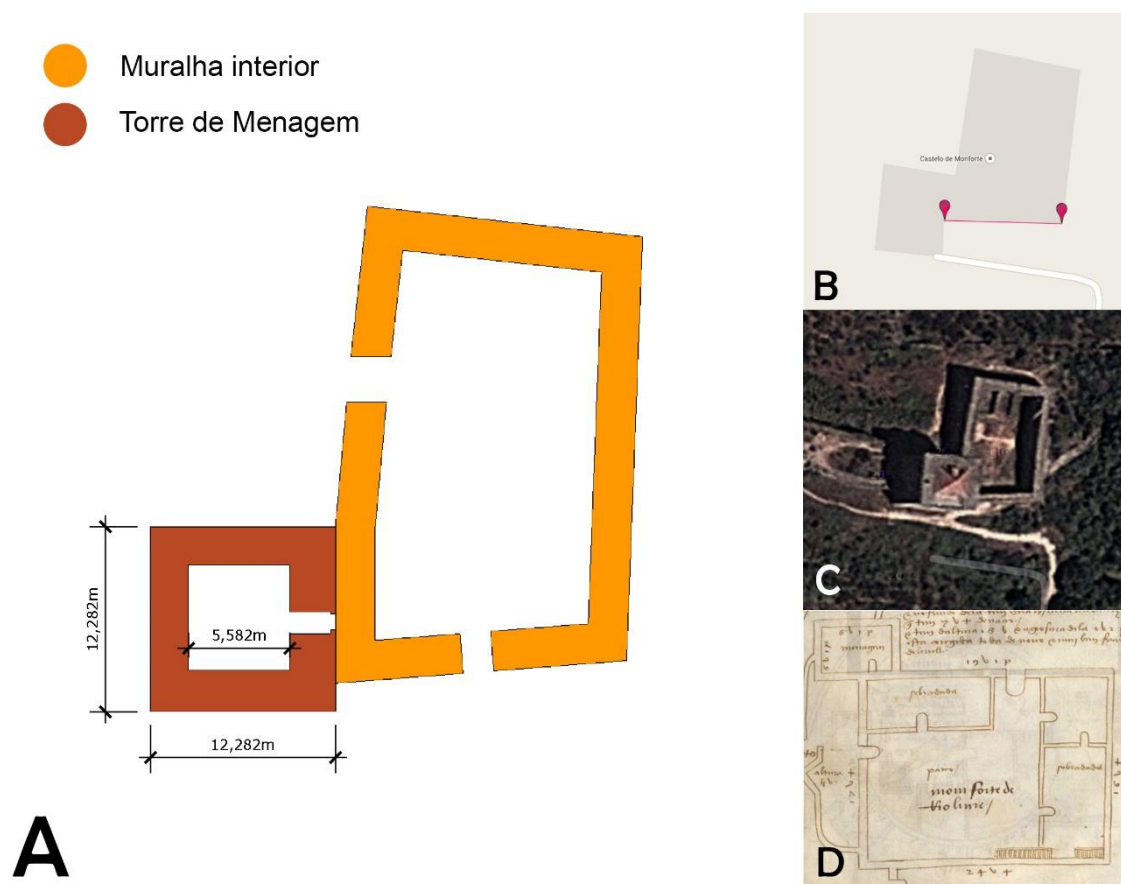


Figura 56 - Planta do Castelo de Monforte de Rio Livre (foco na torre de menagem). A: Planta atual do castelo elaborada através dos dados fornecidos pelo Google Earth e SIPA; B: Vista aérea em formato mapa; C: Vista via satélite Google; D: Desenho elaborado por Duarte de Armas.

Quadro 10 - Comparação das medidas do Castelo de Monforte de Rio Livre – Torre de Menagem			
Livro das Fortalezas	Conversão	Google Earth e SIPA	Margem de erro
5b1p	5,72m	5,582m	0,14m
5b1p	5,72m	5,582m	0,14m

Uma vez mais, observamos que a relação entre as medidas presentes no documento com as medidas fornecidas através dos dados cartográficos não apresenta uma margem de erro muito elevada, beneficiando assim a sua utilização em possíveis propostas de reconstituição¹⁰⁶.

As medidas reais poderão ou não diferenciar das aqui propostas porém, a margem de erro apresentada não permite uma mudança drástica na tipologia do castelo.

Atendemos agora a outros aspetos no castelo de Monforte de Rio Livre. Antes de iniciarmos o processo de reconstituição digital temos de ter em consideração os seguintes elementos arquitetónicos – escadas, portas, parapeito do adarve, aberturas e outros elementos de construção característicos deste castelo.

Em relação às escadas (Vd. fig. 57), podemos observar que na planta do Livro das Fortalezas estão apenas representados dois acessos ao adarve, situados no lado oposto da Torre de Menagem. Contudo, a estrutura atual do castelo apresenta três acessos ao adarve sendo que um deles é feito através de uma escada exterior adossada (Vd. fig. 57) (Sereno, Teixeira, & Noé, 2014).

¹⁰⁶ Elaboração dos dados cartográficos: <http://www.daftlogic.com/> Utilizado a 15/09/2014.

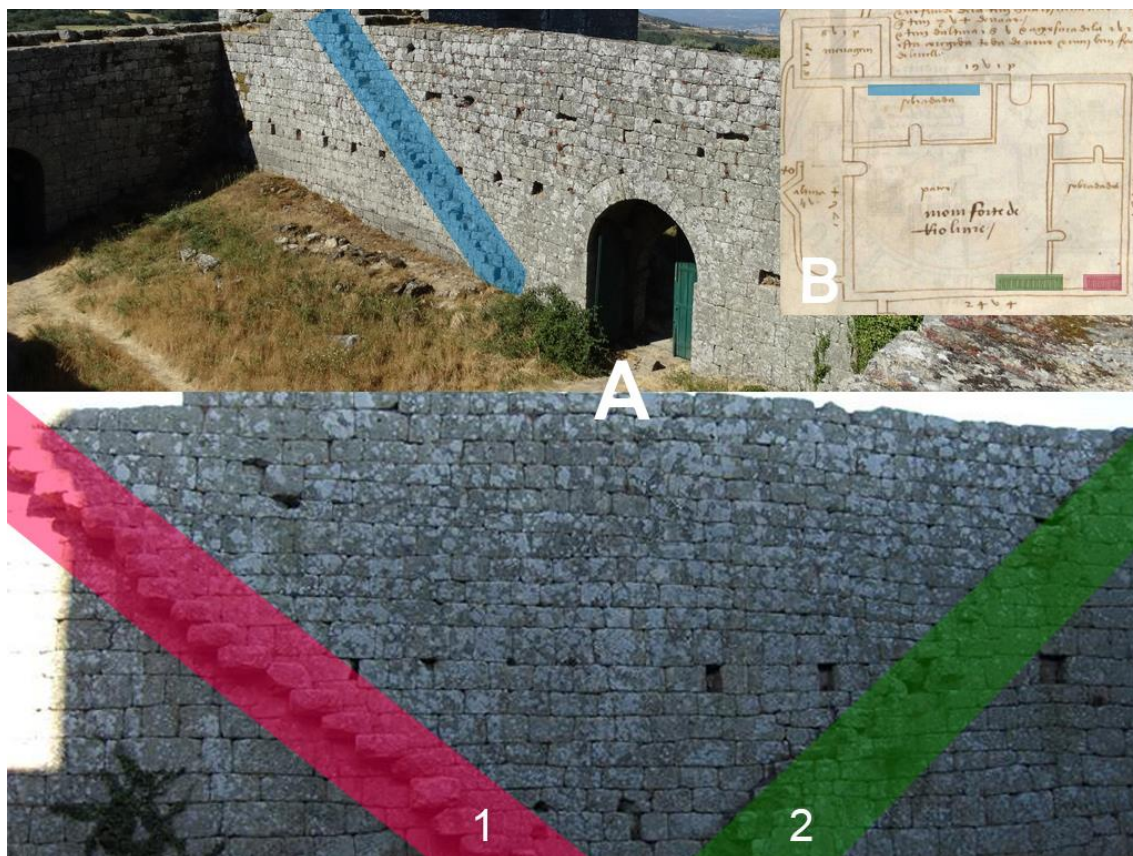


Figura 57 - Ilustração dos acessos ao adarve. A: Fotografias do castelo de Monforte de Rio Livre, autoria SIPA; B: Planta retirada do Livro das Fortalezas, fl. 131, século XVI. IAN/TT.

© Ilustração por Ricardo M Dias

O acesso número 1 parece ter sido construído numa fase anterior em relação ao acesso número 2 pois o seu processo de construção é característico do período românico – escadas erguidas na espessura dos muros. Ao passo que o acesso número 2 é já característico do período gótico – maciço pétreo adossado ao pano de muralha (Barroca, 1990/91, p. 125)¹⁰⁷.

¹⁰⁷ Sobre as mudanças arquitectónicas no período gótico consultar (Barroca M. J., 1990/91).

Quanto aos acessos ao interior do recinto, a planta do Livro das Fortalezas do castelo de Monforte de Rio Livre demonstra dois acessos, ainda preservados na estrutura acastelada atual (Vd. fig. 58).



Figura 58 - Ilustração dos acessos ao interior do recinto do castelo de Monforte de Rio Livre.

© Ilustração por Ricardo M Dias

Passemos agora ao adarve. A leitura atual do castelo não nos permite uma visualização do seu parapeito porém, conforme as indicações presentes no Livro das Fortalezas sabemos que toda estrutura era rematada por um parapeito coroado por ameias pentagonais (Vd. fig. 59)¹⁰⁸. A altura do parapeito e coroamento foi feito segundo as medidas propostas por Mário Barroca (Alarcão & Barroca, 2012).

¹⁰⁸ Segundo o SIPA, o castelo seria rematado por ameias em formato piramidal, porém a nossa interpretação do documento de Duarte de Armas demonstra o uso de ameias pentagonais. Sem qualquer tipo de documentação que possa comprovar ambos os casos decidimos optar pela reconstituição deste tipo de ameias.

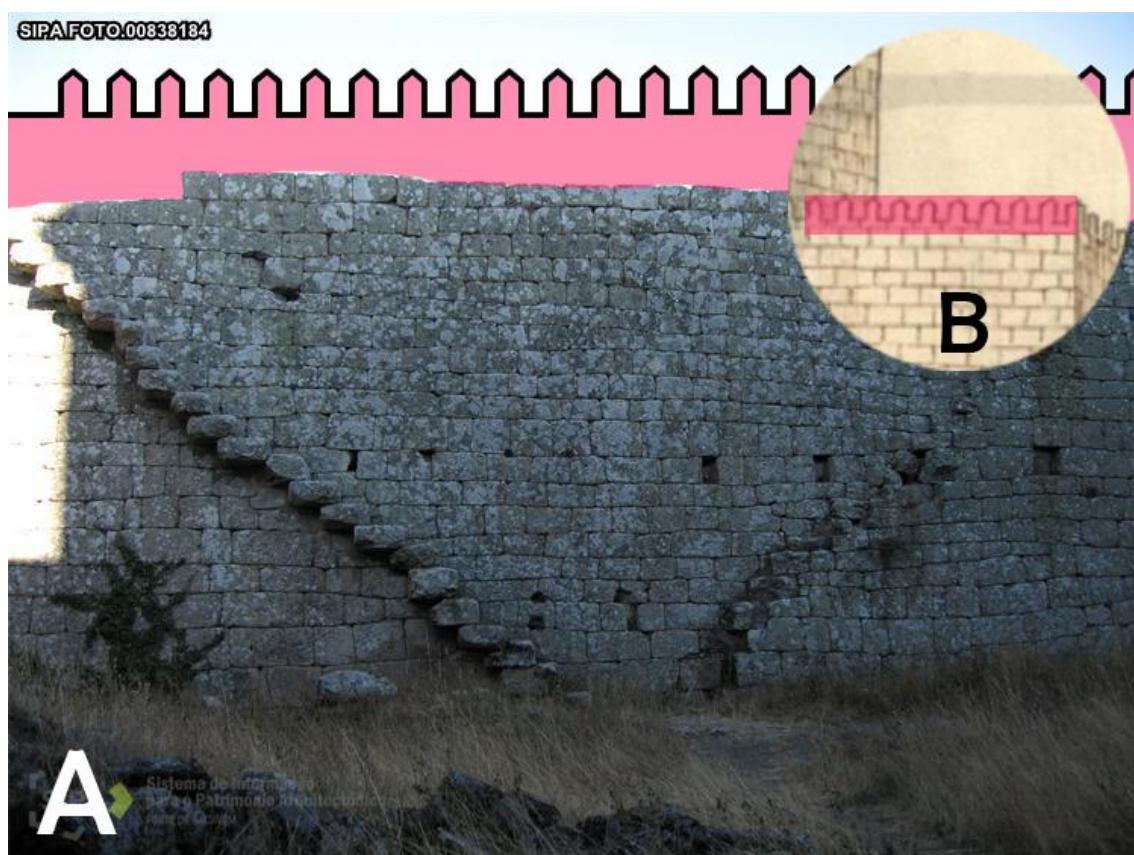


Figura 59 - Ilustração do parapeito coroador por ameias. A: Foto original da autoria do SIPA; B: Pormenor das ameias (Desenho de Duarte de Armas).

© Ilustração por Ricardo M Dias

Por fim, resta-nos abordar dois elementos (cachorros escalonados e as aberturas presentes na torre de menagem) para darmos assim início ao processo de reconstituição digital. Um dos elementos arquitetónicos que mais caracteriza este castelo é o seu remate com cachorros escalonados nas quatro faces superiores da torre de menagem. Atualmente é possível observar ainda estes elementos. Contudo, o parapeito coroador por ameias pentagonais já não existe (Vd. fig. 60).



Figura 60 - Ilustração da linha de cachorros escalonados na torre de menagem. A: Foto da autoria do SIPA; B: Pormenor da torre de menagem, retirada do Livro das Fortalezas, fl. 94, século XVI. IAN/TT

© Ilustração por Ricardo M Dias

A leitura atual do castelo de Monforte de Rio Livre apresenta um número superior de aberturas na torre de menagem, algo facilmente explicado pelo vasto número de reformas que se procederam após a realização do Livro das Fortalezas (Vd. fig. 61).

Podemos observar que as duplas janelas em arco de volta perfeita no último piso não se encontravam ainda edificadas e por cima do acesso ao interior da mesma torre existia ainda uma outra abertura que já não se encontra presente.



Figura 61 - Ilustração das aberturas presentes na torre de menagem do castelo de Monforte de Rio Livre. A: Foto da autoria do SIPA; B: Pormenor retirado do Livro das Fortalezas, fls. 93 e 94, século XVI. Lisboa IAN/TT.

© Ilustração por Ricardo M Dias

A. Proposta de reconstituição do castelo de Monforte de Rio Livre

Como já pudemos constatar, o processo prévio de estudo da estrutura acastelada de Monforte diverge do procedimento aplicado no castelo de Vimioso e isto porquê? Antes de abordarmos o estudo destas estruturas acasteladas lançámos três perguntas às quais duas delas foram respondidas durante o processo de reconstituição do castelo de Vimioso.

Porém, por questões práticas, optamos por deixar para este estudo de caso a formulação da última questão:

Na eventualidade de precisarmos de recorrer a fontes externas, qual será a melhor opção?

Se compararmos o estado atual do castelo de Monforte de Rio Livre com o castelo de Vimioso podemos afirmar que o processo que utilizamos em Monforte foi em termos técnicos mais elaborado, tendo em conta a quantidade de vestígios e documentação útil para uma possível reconstituição. Porém esta abordagem tem uma explicação.

O nosso objetivo neste castelo foi demonstrar o modo como podemos utilizar e manipular variadas fontes, na eventualidade de necessitarmos de procurar mais elementos além daqueles que o Livro das Fortalezas nos oferece.

Tal como já foi referido anteriormente, os desenhos de Duarte de Armas fornecem-nos dados fundamentais para a possível realização de modelos tridimensionais das estruturas acasteladas porém, a forma como o Livro das Fortalezas foi concebido impossibilita a realização rigorosa dos espaços interiores dos castelos. Mesmo com o acesso às anotações deixadas pelo artista, não é possível termos uma visão concreta destes espaços. Para que seja possível tal reconstituição necessitamos de elaborar uma outra abordagem.

É neste contexto que surge o uso de fontes alternativas e complementares. Através da comparação das plantas e alçados do SIPA, do material fotográfico, dos desenhos de Duarte de Armas, entre outros, foi possível a reconstituição de dois pisos da torre de menagem do castelo de Monforte de Rio Livre.

As fontes complementares podem servir apenas para preencher lacunas na informação presente no Livro das Fortalezas contudo, tudo dependerá da abordagem. No caso de estudo do castelo de Monforte a utilização de fontes externas tornou-se crucial na conceção e reconstituição da forma da planta. Contudo, mais que uma necessidade para preencher lacunas, estas fontes serviram para elaborar áreas que não são exploradas por Duarte de Armas, ou seja, os interiores.

Passemos então à abordagem.

Em primeiro lugar efetuamos o mesmo processo de compatibilidade de vistas de modo a assegurar a fidelidade dos desenhos com a planta (Vd. fig. 62).

Após efetuada esta análise, iniciamos o processo de reconstituição do castelo de Monforte de Rio Livre, tendo em consideração a diferenciação na geometria da planta real. Segundo Duarte de Armas, os panos da muralha teriam uma altura de 8b+ ou seja, 9,35 e uma espessura de 2b1p, 2,42m (Vd. fig. 63).

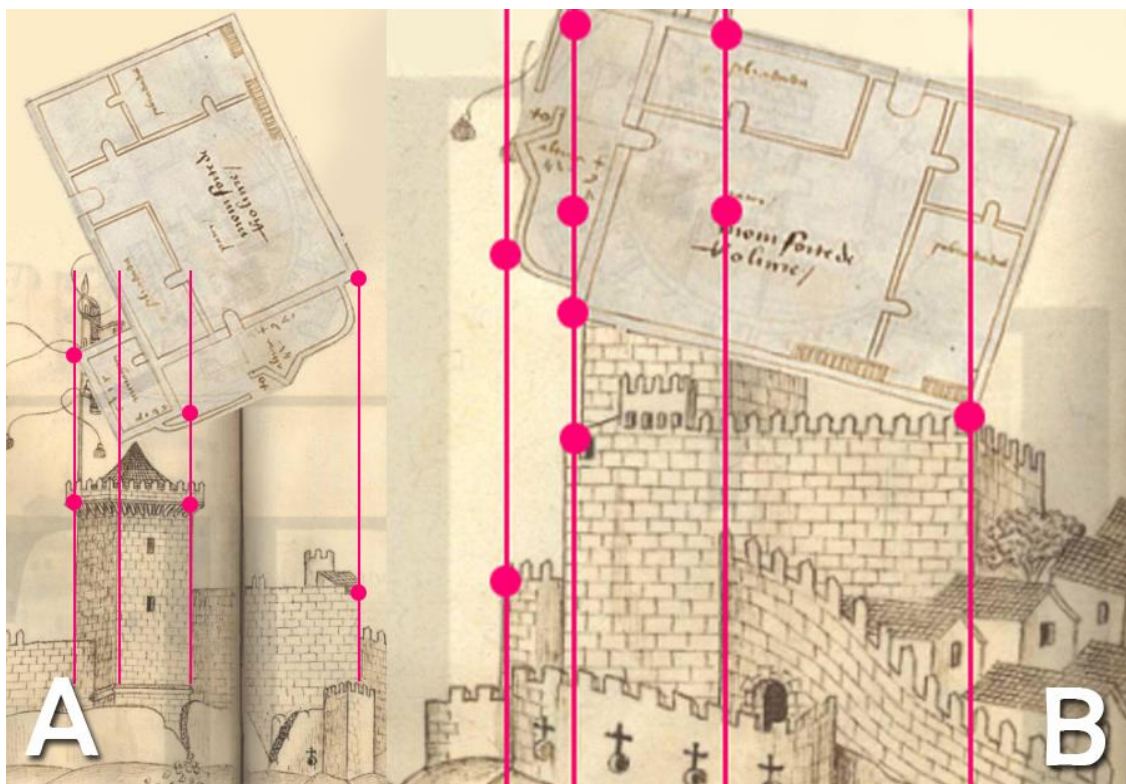


Figura 62- Compatibilidade das vistas com a planta de Monforte de Rio Livre, fls. 93, 94 e 130, século XVI. IAN/TT.

© Ilustração por Ricardo M Dias

Quanto à largura e comprimento das portas não nos foi possível retirar dados conclusivos sobre as suas medidas. Contudo, após redimensionarmos os alçados disponibilizados pelo SIPA, tendo em conta as medidas pré-estabelecidas pelos dados cartográficos do Google, pudemos reconstituir estes elementos sem qualquer tipo de dificuldade (Vd. fig. 64). Salientamos novamente que mesmo que as medidas divirjam um pouco da realidade, temos de ter em conta que este método de reconstituição visa promover o uso deste tipo de fontes. Porém, sempre que seja permitido deverão ser utilizadas medidas levantadas nos próprios locais.

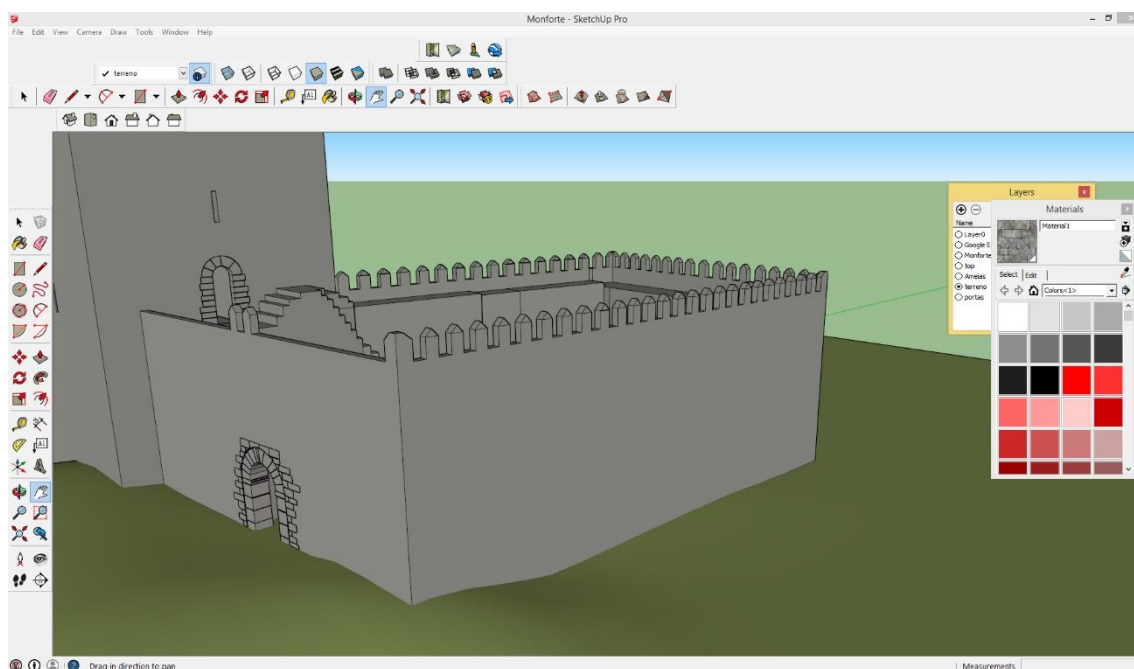


Figura 63 – Ilustração do modelo de reconstituição do castelo de Monforte de Rio Livre. Elevação dos panos de muralha. Google Sketchup.

© Edição por Ricardo M Dias.

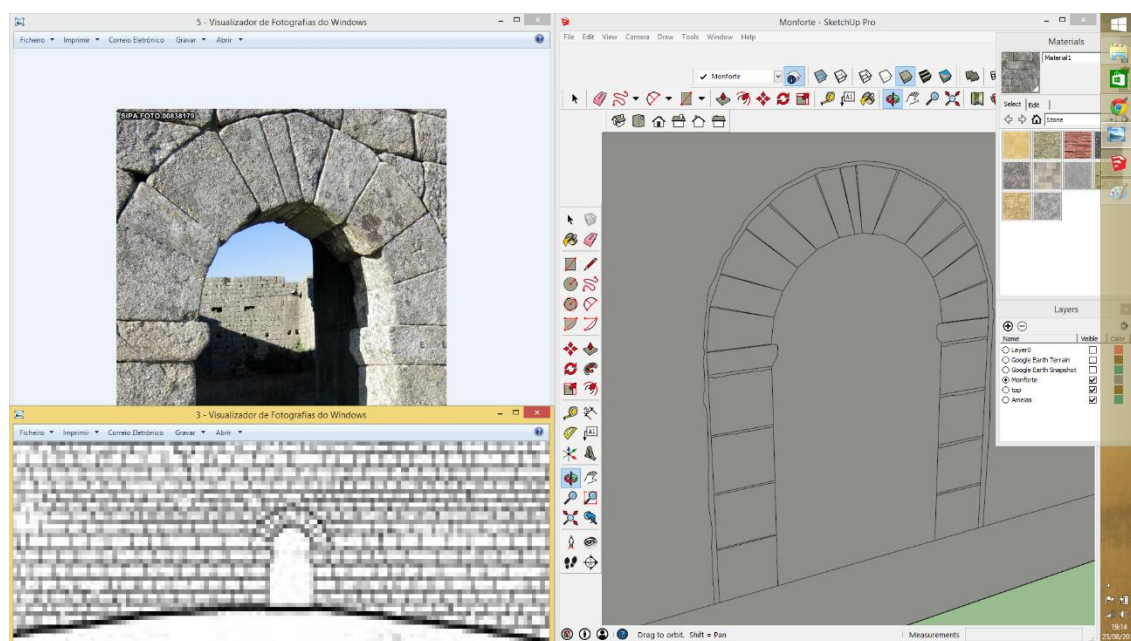


Figura 64 - Modelação dos acessos ao interior do recinto com base nos alçados disponibilizados pelo SIPA. Google Sketchup.

© Edição por Ricardo M Dias

A elaboração dos parapeitos e do seu coroamento foi pensada em função das descrições de Mário Barroca sobre as inovações da arquitetura militar no período gótico. O parapeito foi erguido com 1m de altura tal como o seu coroamento de ameias pentagonais. A espessura foi simulada através da largura dos silhares de pedra (Vd. fig. 65).

Os acessos ao adarve foram recriados segundo os sistemas construtivos da época ou seja, o primeiro lance foi erguido na espessura dos muros e o segundo foi construído sob a forma de um maciço pétreo adossado ao pano de muralha (Vd. fig. 66). Devido à falta de informação sobre o acesso à torre de menagem optamos por reconstituir o mesmo, porém na eventualidade de surgirem fontes futuras iremos reanalisar todo o acesso.

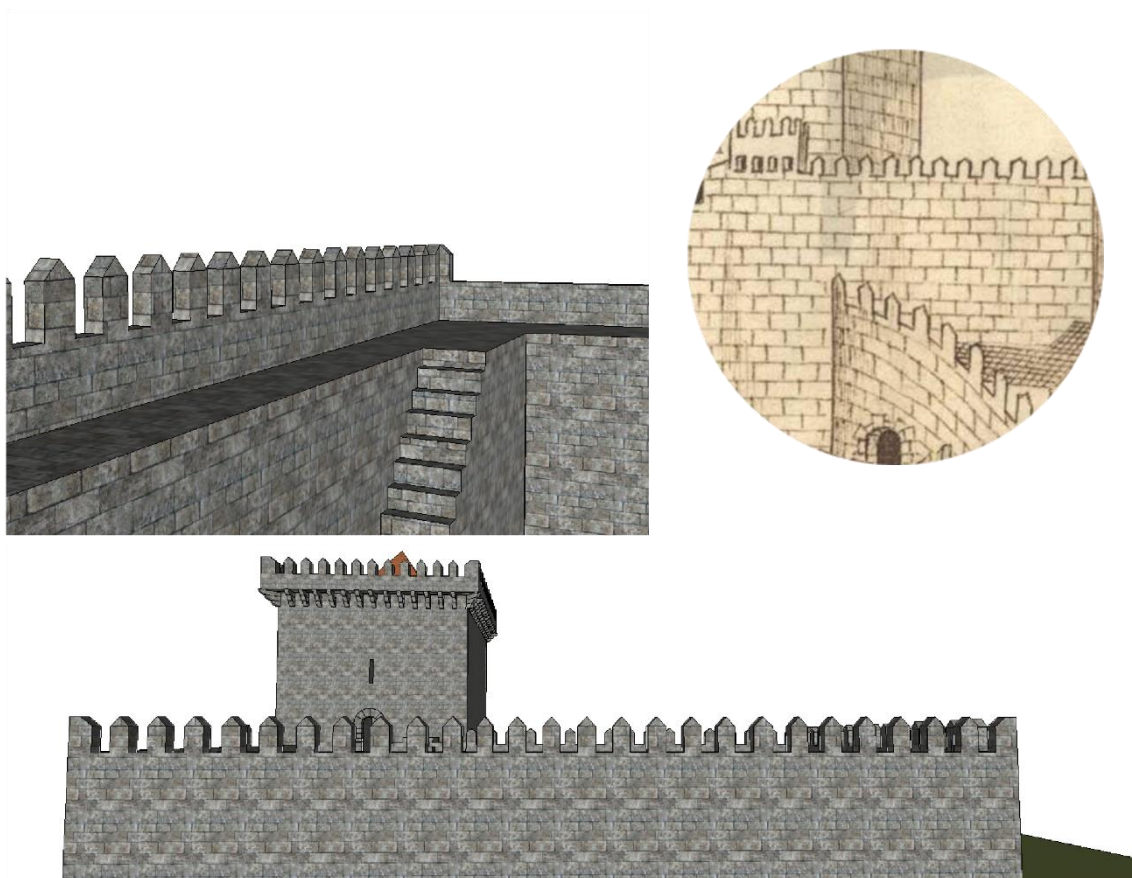


Figura 65 - Ilustração do parapeito coroadado por ameias pentagonais. Google Sketchup.

© Edição por Ricardo M Dias

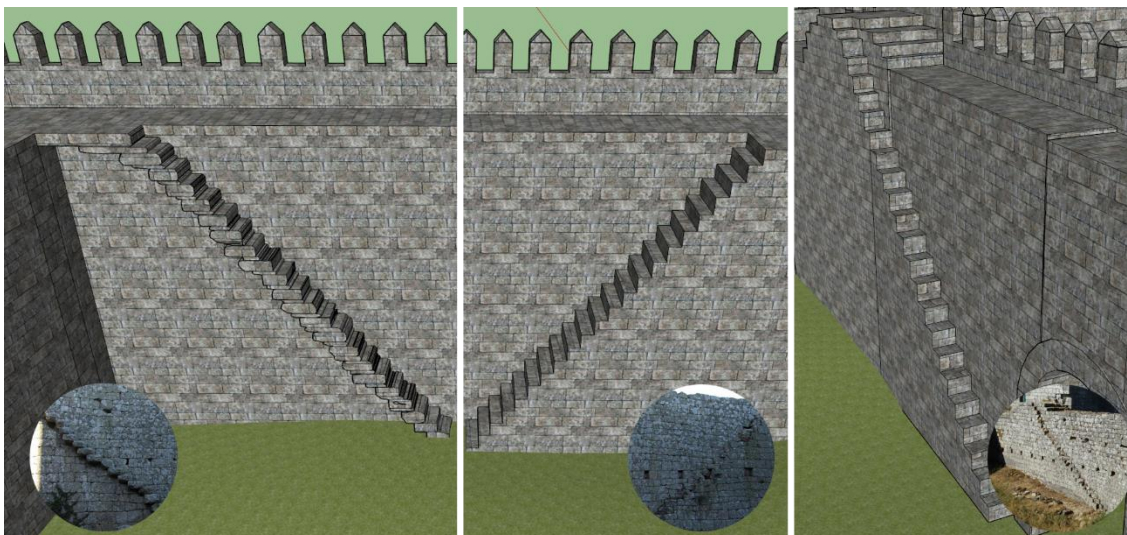


Figura 66 - Ilustração dos acessos ao adarve. Google Sketchup.

© Edição de Ricardo M Dias

Por fim, resta-nos a reconstituição dos cachorros escalonados presentes na torre de menagem e o interior da própria torre para podermos passar assim à aplicação da textura do aparelho de construção e concluir com o processo de *render*. Os cachorros escalonados foram recriados a partir das fotografias retiradas ao local pelo SIPA (Vd. fig. 67).

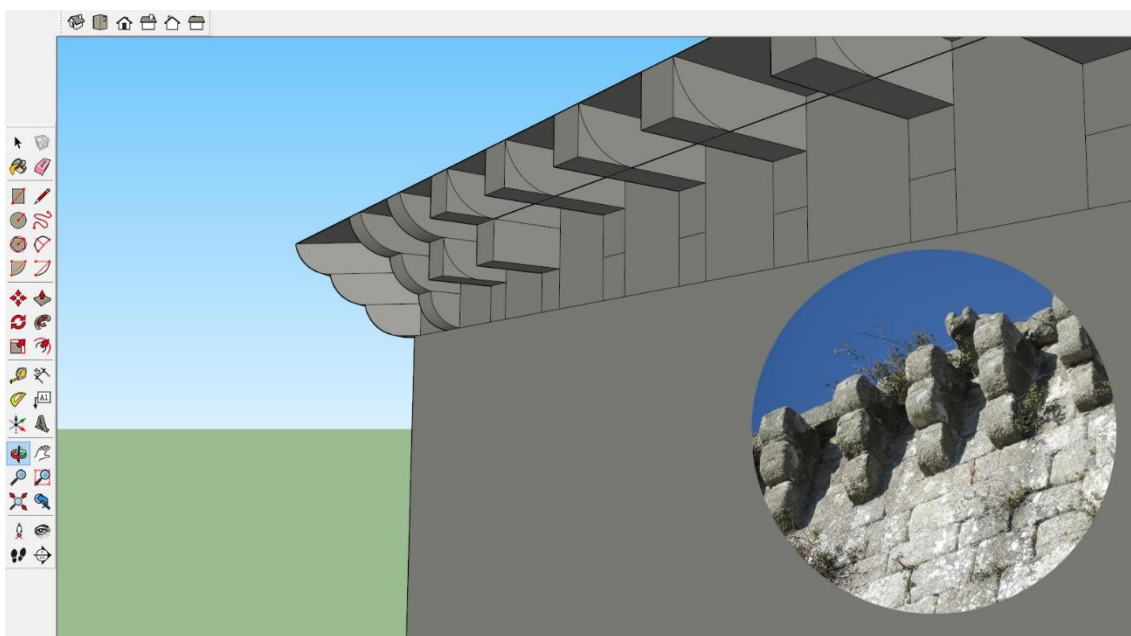


Figura 67 - Ilustração dos cachorros escalonados. Google Sketchup.

© Edição de Ricardo M Dias

Todo o interior da torre de menagem foi elaborado segundo os dados fornecidos pelas plantas e alçados disponibilizados pelo SIPA. Antes de procedermos à modelação do espaço interior tivemos de submeter os desenhos rigorosos do SIPA a um processo de edição de imagem de modo a que fosse mais legível a sua leitura só aí é que foi possível dar origem a uma proposta de reconstituição do interior da torre do castelo de Monforte de Rio Livre. Contudo, foi-nos impossível reconstituir com clareza alguns pontos tais como a ligação à cisterna e a ligação ao telhado (Vd. fig. 68).

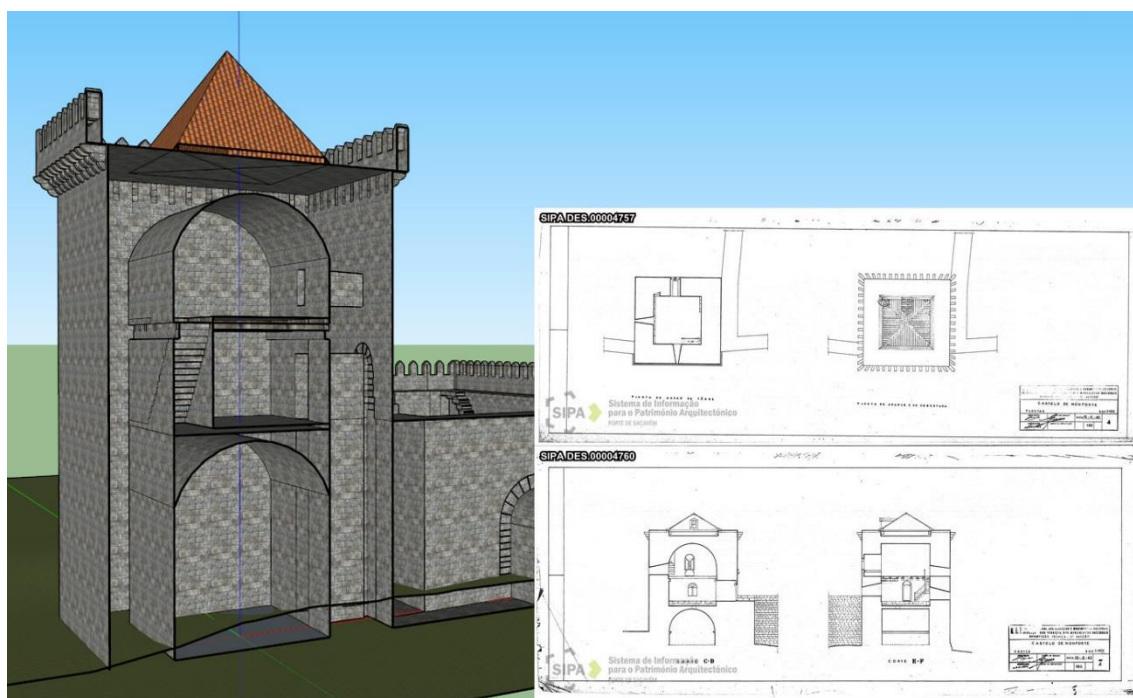


Figura 68 - Ilustração em corte do interior da torre de menagem do Castelo de Monforte de Rio Livre. Google Sketchup.

© Edição por Ricardo M Dias

B. Processo de *renderização* do castelo de Monforte de Rio Livre



Figura 69 - Ilustração foto-realista do castelo de Monforte de Rio Livre. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias

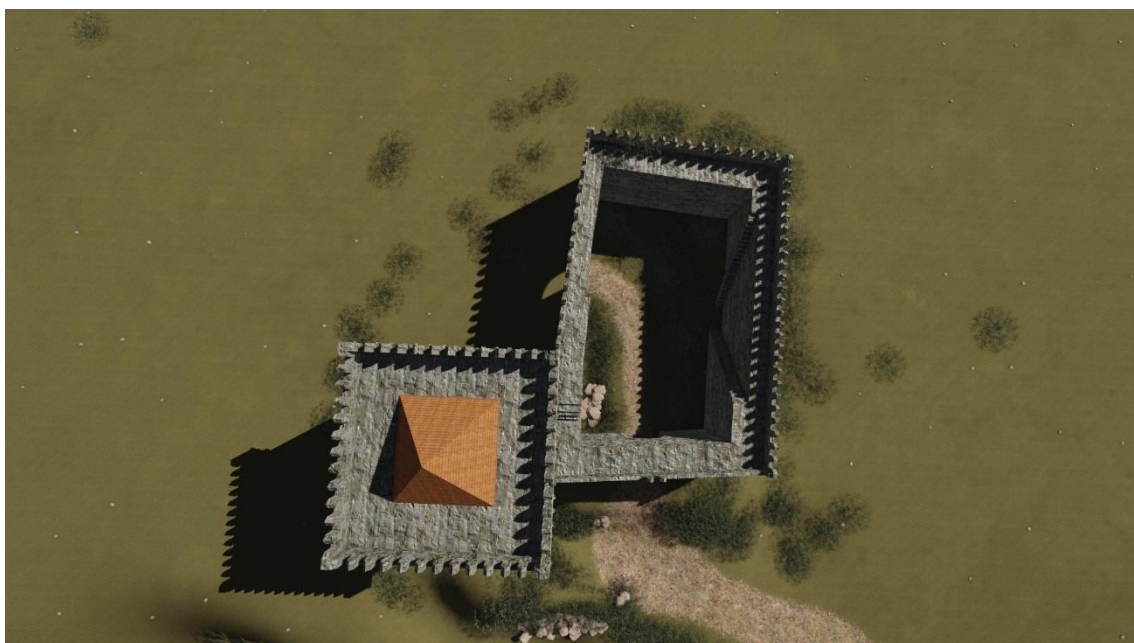


Figura 70 - Vista aérea do Castelo de Monforte de Rio Livre. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias



Figura 71 - Interior do recinto do castelo de Monforte a partir do adarve. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias



Figura 72 - Escadas de acesso ao adarve. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias



Figura 73 - Pormenor dos cachorros escalonados. Lumion

© Edição por Ricardo M Dias



Figura 74 - Interior da torre de menagem do castelo de Monforte de Rio Livre. Lumion.

© Edição por Ricardo M Dias

Conclusão/Considerações finais

A reconstituição digital continuará a ser um tema polémico entre nós. Através deste trabalho pudemos demonstrar que o ritmo de evolução das novas tecnologias tem vindo a aumentar cada vez mais, à medida que as ferramentas se vão tornado mais eficientes e acessíveis.

É importante salientarmos também que através da contextualização histórica do uso e evolução das técnicas de reconstituição digital foi possível demonstrarmos a sua mais-valia no campo do património artístico e cultural.

Através do Livro das Fortalezas e do uso da metodologia de reconstituição foi possível demonstrar a fidelidade do documento de Duarte de Armas, comprovando assim as mais-valias na utilização das ferramentas digitais no auxílio ao estudo do património.

Sabemos agora que esta fonte iconográfica do século XVI poderá ser utilizada em futuras propostas de reconstituição, abrindo portas a uma nova visão sobre as estruturas acasteladas da raia portuguesa. É importante salientarmos que o manuscrito ainda reserva informações a outro nível, que pretendemos explorar futuramente. A investigação gráfica que efetuamos irá fazer com que a leitura do documento seja mais direta e objetiva, fazendo com que o documento demonstre ainda mais a informação que encerra.

A tradução, o estudo e a aplicação da Carta de Londres (2009) determinou um momento importante na realização do nosso trabalho. Pensamos que a disponibilização deste documento poderá definir novos caminhos e alicerçar melhores bases em Portugal para a realização de projetos de reconstituição digital em Património artístico e cultural, aos mais diversos níveis e para os mais variados fins.

Pretendemos dar continuidade ao website Castelos3D através de desenvolvimentos futuros. De momento apenas apresentamos o caso de estudo de Vimioso e Monforte de Rio Livre. Porém, já se encontra em desenvolvimento o castelo de Miranda do Douro, que por constrangimentos vários, não nos foi possível terminar para apresentar nesta dissertação de mestrado em História da Arte Portuguesa.

Por último deixamos esta pequena reflexão. Durante todo o trabalho demonstrámos como a tecnologia digital tem vindo a evoluir. Sabemos agora que apenas na última década estas técnicas deram um salto qualitativo, sendo agora mais úteis e acessíveis do que nunca. Muitos dos programas que referimos ao longo do trabalho irão evoluir constantemente, respondendo assim às necessidades dos utilizadores. Por isso, quanto mais elevado for o número de investigadores a utilizar tais ferramentas, mais favorável será para o nosso campo de estudo. No que toca ao contexto a nível mundial temos conhecimento agora das mais variadas instituições de ensino e investigação que têm ao seu dispor este tipo de tecnologia e, ao compararmos com o panorama português apercebemo-nos do *gap* existente na aceitação e utilização destas ferramentas e metodologias.

Já demonstramos ao longo da dissertação as mais-valias no uso das técnicas de reconstituição digital de modo a que os investigadores compreendam como estas ferramentas podem contribuir para trabalhos futuros. Com isto, esperamos que com este trabalho consigamos sensibilizar a comunidade académica relativamente à mais-valia na utilização de ferramentas digitais, desmitificando o ceticismo que envolve esta vertente há mais de 40 anos. Com pequenos passos é possível mudar o panorama nacional, aproximando cada vez mais esta área do Património artístico e cultural.

Daremos continuidade a este trabalho algo que será refletido diretamente no website – Castelos3D. De momento iremos focar-nos essencialmente no âmbito da arquitetura militar porém, o nosso objetivo será criar uma rede que consiga abranger as mais vastas áreas ligadas ao património.

Este trabalho representa apenas o início de um projeto multidisciplinar que apresentemos desenvolver a longo prazo quer em termos académicos e em termos profissionais.

I. Recursos

a) Fontes Impressas

BRANCO, Manuel da Silva Castelo – *Livro das Fortalezas – Introdução de Manuel da Silva Castelo Branco*. Lisboa. 3º Edição. Edições Inapa, 2006.

b) Recursos Digitais

Afonso, José Ferrão, e Maria Leonor Botelho. *Projeto Porto Século XVI*. Porto: Universidade Católica Portuguesa, 2005.

Angell, Ian O., e Peter L Main. - *A Construction of Three-Dimensional Views from the Silhouette Data of Pottery*. Londres: University of London, CAA article, 1982.

Arnold, C.J., J. W. Hugett, P. Reilly, e C. Springham. *Mathrafal: a case study in the application of computer graphics*. CAA conference, 1989.

Arroyo-Bishop, Daniel, e Maria Teresa Lantada Zarzosa. *Archaeological computing in South-Western Europe (France, Spain, Portugal and Andorra)*. Paris: Universidade de Paris, 1989.

Bayliss, C. B. *Auto-Herald A program for the Construction of Heraldic Drawings*. Birmingham: University of Birmingham, 1982.

Biek, Leo. *Lernie XIV: Comparology and Stereovideo*. London: Department of Civil Engineering of London, 1985.

Bradley, Kevin. *Risks associated with the use of recordable CDs and DVDs as reliable storage media in archival collections - strategies and alternatives*. Paris: Unesco, 2006.

Catacchio, Nuccia Negroni. *ARCHTERRA: An EU project for enhancing the cultural co-operation between archaeological communities of East and West Europe*. Milão: Centro Studi di Preistoria e Archeologia di Milano, 2001.

Denard, Hugh. *London Charter*. London: King's College, 2009.

- Forte, M., e A. Siliotti. *Virtual Archaeology: great discoveries brought to life through virtual reality*. Thames and Hudson, 1997.
- Freitas, J. Cabrita, M Adler Abreu, Pedro Santos, António Martinho Baptista, e João Zilhão. *For a Digital Repository of Rock Art in Portugal*. Lisboa: Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 2005.
- Harris, Tevror. *Digital terrain modelling and three-dimensional surface graphics for landscape and site analysis in archaeology and regional planning*. Brighton: Brighton Polytechnic, 1987.
- ICOMOS. *Carta do Icomos. Princípios para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitectónico*. Victoria Falls, Zimbabwe: International Council on Monuments and Sites, 2003.
- J., Cornforth, Davidson C, Dallas C.J., e Lock G.R. *Visualising ancient Greece: Computer graphics in the Sacred Way Project*. London: Documentation Displays Group, 1991.
- Kacyra, Ben. *Cyark 500 - 3D Documentation of 500 Important Cultural Heritage Sites*. Orinda: Cyark, 2008.
- Leusen, Martijn van. *Indexing and Retrieving Archaeological Resources on the Internet - A prototype Multilingual Thesaurus Application*. Groningen: Groningen Institute of Archaeology, 2000.
- Main, P.L. *SHU - An Interactive Graphics Program For the Storage, Retrieval and Analysis of Artefact Shapes*. Londres: British Museum, 1981.
- Melax, Stan. *A Simple, Fast and Effective Polygon Reduction Algorithm*. Game Developer, 1998.
- Miller, Paul, e Julian Richards. *The good, the bad, and the downright misleading: archaeological adoption of computer visualization*. York: Department of Archaeology, Univeristy of York, 1995.
- Morais, Rui. *Bracara Augusta: a opulenta*. Braga: Câmara Municipal de Braga, 2012.
- Parisi, Tony. *WebGL*. California: O`Reilly Media, 2012.

Pires, Iolanda, José Fialho, Laura Ferreira, António Pacheco, e Vitor Cardoso. *Côa 3D*. 2013. <http://coa3d.host-ed.me/projeto.html>.

Preuss, Karel, Eisler Jiri, e Pejsa Jiri. *A digital model of archaeological excavations as the starting point of a database of primary information in Egyptology: method - procedure - experience*. Praga: Charles University, 1988.

Pryor, R.A. *A General Scheme for Local Inventories*. CAA, 1973.

Randall, Tristan. *Client Guide to 3D Scanning and Data Capture*. BIM Task Group, 2013.

Reilly, P. *Data Visualization: recent advances in the application of graphic systems to archaeology*. Winchester: IBM, 1988.

Stewart, J. D. *MDA, MDS, And Computerised Archaeology*. Londres: MDA, 1981.

WILCOCK, J.D. *The Automated Archaeologist*. North Staffordshire: Research Centre for Computer Archeology., 1973.

Wise, Alicia, e Julian Richards. *Digital Preservation in Archaeology*. York: University of York, 1997.

Wynn, Chris. *An Introduction to BRDF-Based Lighting*. NVIDIA Corporation, s.d.

Zarins, Juris. *Space Technology And the Discovery of The Lost City of Ubar*. Springfield: Departamento de Sociologia e Antropologia da Universidade de Missouri, 1992.

II. Bibliografia

- Alarcão, Jorge de, e Mário Barroca. *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Figueirinhas, 2012.
- Almeida, Carlos A. Brochado de. *O Castelo de Vimioso*. Vimioso: Câmara Municipal de Vimioso, 2012.
- Almeida, Carlos Alberto Ferreira de. *Castelologia Medieval de Entre-Douro-e-Minho*. Porto, 1978.
- . *História da Arte em Portugal - O Românico*. Lisboa: Editorial Presença, 2001.
- . *Primeiras Impressões sobre a arquitectura românica*. Série I. Vol. 02. Porto: Revista da Faculdade de Letras, 1971.
- Almeida, Carlos Alberto Ferreira de, e Mário Jorge Barroca. *História da Arte em Portugal - O Gótico*. Lisboa: Editorial Presença, 2002.
- Alves, Francisco Manuel. *Notas Monográficas de Vimioso*. Vimioso: Câmara Municipal de Vimioso, 2002.
- Barroca, Mário Jorge. *A Ordem do Templo e a Arquitectura Militar Portuguesa do século XII*. Portvgalia, 1996-1997.
- . *D. Dinis e a arquitectura Militar Portuguesa*. Porto: Revista da Faculdade de Letras, 1998.
- . *De Miranda do Douro ao Sabugal - Arquitectura Militar e Testemunhos Arquelógicos Medievais num espaço de Freonteira*. Portvgália, 2008-2009.
- . *Dicionário de Arqueologia Portuguesa*. Figueirinhas, 2012.
- . *Do Castelo da Reconquista ao Castelo Românico*. Portvgália, 1990/91.
- . *Fortificações e Povoamento no Norte de Portugal (Séc. IX a XI)*. Portvgália, 2004.
- . *Medidas-padrão medievais portuguesas*. Porto: Revista da Faculdade de Letras, 1992.

- Barroca, Mário Jorge. *Tempos de Resistência e de Inovação: a arquitectura militar Portuguesa no Reinado de D. Manuel I (1495-1521)*. Portugalia (Portvgália), 2003.
- . *Uma Paisagem com Castelos*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2003.
- Barroca, Mário. “Nova História Militar de Portugal.” Em *Nova História Militar de Portugal*, por José Mattoso. Rio de Mouro: Círculo dos Leitores, 2003.
- Bennett, Mathew, Jim Bradbury, Kelly DeVries, Iain Dickie, e Phyllis G Jestice. *Fighting Techniques of the Medieval World AD 500 - AD 1500. Equipment, Combat Skills and Tactics*. London: Amber Books, 2005.
- Botelho, Maria Leonor. *A Historiografia da Arquitectura da Época Românica em Portugal (1870-2010)*. Vol. 1. 2 vols. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2010.
- Correia, Luís Miguel Maldonado de Vasconcelos. *Castelos em Portugal - Retrato do seu perfil arquitectónico [1509-1949]*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2011.
- Costa, João Paulo Oliveira e. *D. Manuel I*. Lisboa: Círculo dos Leitores, 2012.
- Duarte, Luís Miguel, Mário Barroca, e João Gouveia Monteiro. *Nova História Militar de Portugal*. Vol. 1. 5 vols. Circulo dos Leitores, 2003.
- Ernesto, D’Alfonso, e Danilo Samsa. *Guia de História da Arquitetura - Estilos Arquitetónicos*. Lisboa: Editorial Presença, 2006.
- Ferreira, Manuel Duarte. *Duarte de Armas Descodificado - Mogadouro 1509*. Edição do Autor, 2011.
- Gomes, Rita. *Castelos da Raia*. IPPAR, 2003.
- Jorgensen, Christer, Michael F Pavkovic, Rob S Rice, Frederick C. Shineid, e Chris L Scott. *Fighting Techniques of the Early Modern World AD 1500 - AD 1763. Equipment, Combat Skills and Tactics*. Staplehurst: Spellmount, 2005.

- Mateus, Luís. *Fotogrametria e Varrimento a Laser 3D - Princípios e aplicações em Conservação da Arquitectura*. Lisboa: FAUTL, 2010.
- Mattoso, José, e Sousa Armindo de. *História de Portugal - Monarquia Feudal*. Lisboa: Círculo dos Leitores, 2013.
- Mattoso, José, Raquel Soeiro de Brito, Carlos Fabião, Santiago Macías, e Cláudio Torres. *História de Portugal - Antes de Portugal*. Lisboa: Círculo dos Leitores, 2013.
- Monteiro, João Gouveia. *Os Castelos Portugueses dos Finais da Idade Média: Presença, Perfil, Conservação, Vigilância e Comando*. Lisboa: Colibri, 1999.
- . *Reformas Góticas nos Castelos Portugueses ao longo do Séc. XIV e na primeira metade do Séc. XV*. Lisboa: Colibri, 2002.
- Nunes, António Lopes Pires. *O Castelo Estratégico Português e a Estratégia do Castelo em Portugal*. Lisboa: Estado-Maior do Exército/Direcção do Serviço Histórico Militar., 1988.
- Oakeshott, Ewart. *European Weapons and Armour - From the Renaissance to the Industrial Revolution*. Woodbridge: The Boydell Press, 2000.
- Pereira, Emanuel Cardoso. *Concelhos e Ordens Militares na Idade Média : relações de dependência e de confronto dos séculos XII a XIV*. Porto: Edição do Autor, 2013.
- Pereira, Paulo. *Arte Portuguesa*. Lisboa: Circulo dos Leitores, 2011.
- . *Decifrar a Arte em Portugal - Barroco*. Lisboa: Circulo dos Leitores e Autor, 2014.
- . *Decifrar a Arte em Portugal - Idade Média*. Lisboa: Circulo dos Leitores e Autor, 2014.
- . *Decifrar a Arte em Portugal - Renascimento*. Lisboa: Circulo dos Leitores e Autor, 2014.
- Peres, Damião. *A Gloriosa História dos mais Belos Castelos em Portugal*. Porto: Portucalense, 1969.

- Pizarro, José Augusto De Sotto Mayor. *D. Dinis*. Rio de Mouro: Temas & Debates, 2008.
- Pizarro, José Augusto Sotto Mayor. *O regime Senhorial na Fronteira do Noerdeste Português. Alto do Douro e Riba Côa*. Revista Espanôla de Historia, Vol. LXVII, nº227., 2007.
- Portela, Feliciano Novoa, e Carlos de Avala Martinez. *As Ordens Militares na Europa Medieval*. Lisboa: Chaves Ferreira - Publicações, 2005.
- Serrão, Vitor. *História da Arte em Portugal - O Barroco*. Lisboa: Editorial Presença, 2003.
- . *História da Arte em Portugal - O Maneirismo*. Lisboa: Editorial Presença, 2001.
- Silva, Jorge Henrique Pais da, e Margarida Calado. *Dicionário de Termos de Arte e Arquitetura*. Lisboa: Editorial Presença, 2005.
- Silva, Pedro Filipe da. *A INFORMÁTICA E MULTIMÉDIA APLICADAS À INVESTIGAÇÃO ARQUEOLÓGICA - A modelação 3D do Castro de Romariz e a sua aplicação numa plataforma de jogo*. Porto: Edição do Autor, 2013.
- Stephenson, Charles. *Castles - A history of fortified structures. Ancient, Medieval & Modern*. New York: St. Martin`s Griffin, 2011.

III. Ferramentas Digitais

3D-Coform – (<http://www.3d-coform.eu/>)

African Fossils – Leakey Fossils Archive (<http://africanfossils.org/>)

Autodesk 123 – (<http://www.123dapp.com/Gallery/content/all>)

CAA – Computer Applications & Quantitative Methods in Archeology
(<http://proceedings.caaconference.org/>)

Castelos3D – (<http://ricardjmdias.wix.com/castelos3d#!home/c21ls>)

Côa3D – (<http://coa3d.host-ed.me/>)

CyArk – Arquivo CyArk (<http://archive.cyark.org/>)

CyArk. *Keynote 2: Brian Mathews, VP / Group CTO, Information Modeling and Platform Group, Autodesk.* Londres, 19 de Novembro de 2013.

CyArk. *Nigel Randall - Data Challenge.* 19 de Novembro de 2011.

CyArk. *Session 3: Under the LiDAR (UTL).* Londres, 20 de 11 de 2013.

Cyark. *Session 4: Mike Bosse, CSIRO Computational Informatics.* Londres, 19 de Novembro de 2013.

DGARQ – Direção-Geral de Arquivos (digitarq.dgarq.gov.pt/)

Google Cultural Institute – (<https://www.google.com/culturalinstitute/home>)

Itálica Romana – (<http://italicaromana.blogspot.pt/>)

Lisboa Pré-Terramoto – (<http://lisbon-pre-1755-earthquake.org/>)

London Charter – (<http://www.londoncharter.org/>)

Monumentos – (http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/Default.aspx)

Sé do Porto XVI - (<http://artes.ucp.pt/citar/portoXVI/index.php>.)

YoubeQ – (<https://www.youbeq.com/>)

IV. Programas Computorizados

Autodesk 123® - <http://www.123dapp.com/>

Adobe Suíte® - <https://www.adobe.com/pt/products/cs6.html>

Adobe Photoshop CS6

Adobe Première PRO

Google®

Google 3D Warehouse – (<https://3dwarehouse.sketchup.com/>)

Google Earth - <https://www.google.com/earth/>

Google Maps – (<https://www.google.pt/maps/preview>)

Google Sketchup - <http://www.sketchup.com/pt-BR/products/sketchup-pro>

Lumion® 4.0.2 - <http://lumion3d.com/>